KHOA HỌC KHÁM PHÁ

CHÚA TRỜI CÓ PHẢI LÀ NHÀ TOÁN HỌC?

IS GOD A MATHEMATICIAN?

MARIO LIVIO

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

PHẠM VĂN THIẾU

Sinh năm 1946 tại Nam Định, nguyên là học sinh trường cấp III Lý Tự Trọng.

Nhà vật lý lý thuyết và dịch giả nổi tiếng về sách phổ biến khoa học. Cùng với Cao Chi, qua bản dịch "Lược sử thời gian", ông đã mở ra một trào lưu mới về sách phổ biến khoa học cao cấp, mang đậm chất văn học.

Là đồng sáng lập và là dịch giả chủ yếu của tủ sách "Khoa học và Khám phá", Phạm Văn Thiều cũng là người được ủy quyền dịch toàn bộ các tác phẩm của nhà vật lý thiên văn Trịnh Xuân Thuận ra tiếng Việt.

Do những thành tựu về dịch thuật với 18 cuốn sách có giá trị được xuất bản tại NXB Trẻ, NXB Khoa học và Kỹ Thuật và NXB Tri thức, Phạm Văn Thiều đã được trao giải thưởng về dịch thuật năm 2010 của Quỹ Văn hóa Phan Châu Trinh.

PHẠM THU HẰNG

Sinh năm 1975 tại Nam Định

Tốt nghiệp Học viện Ngân hàng năm 1996

Hiện công tác tại Ngân hàng Nhà nước Việt Nam

Đã dịch một số sách phổ biến kiến thức cho Nhà xuất bản Kim Đồng

CHÚA TRỜI
CÓ PHẢI LÀ
NHÀ TOÁN HỌC?

KHOA HỌC KHÁM PHÁ

Chủ biên: VŨ CÔNG LẬP
PHẠM VĂN THIỀU
NGUYỄN VĂN LIỄN

BIỂU GHI BIÊN MỤC TRƯỚC XUẤT BẢN ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI THƯ VIỆN KHTH TP.HCM

Livio, Mario, 1945-

Chúa trời có phải là nhà toán học? / Mario Livio ; ng.d. Phạm Văn Thiều, Phạm Thu Hằng. - T.P. Hồ Chí Minh : Trẻ, 2011.

370tr. ; 20cm. - (Kiến thức bách khoa) (Khoa học và khám phá).

Nguyên bản : Is God a mathematician?.

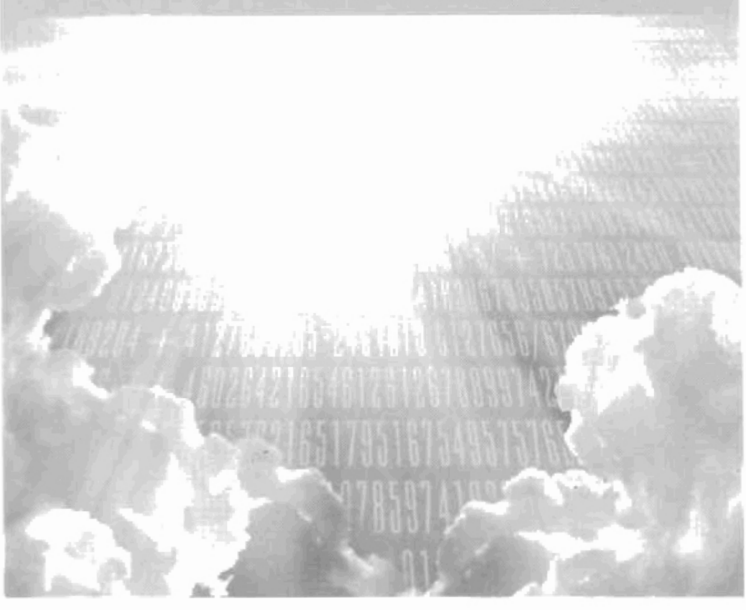
1. Toán học — Triết học. 2. Nhà toán học — Tâm lý học. 3. Khám phá khoa học. I. Phạm Văn Thiều d. II. Phạm Thu Hằng d. III. Ts: Is God a mathematician?.

510 — dc 22
L788

ISBN 978-604-1-00143-5
Chúa trời có phải..toán học?
8 934974 101550

CHÚA TRỜI CÓ PHẢI LÀ NHÀ TOÁN HỌC?

IS GOD A MATHEMATICIAN?



MARIO LIVIO

PHẠM VĂN THIỀU & PHẠM THU HẰNG dịch

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

Tặng Sophie

Mục lục

LỜI TỰA

Khi bạn làm việc trong ngành vũ trụ học - ngành khoa học nghiên cứu về vũ trụ - bạn sẽ thường xuyên nhận được thư, email hay fax hàng tuần được gửi bởi một ai đó muốn mô tả cho bạn lý thuyết về vũ trụ của anh ta (vâng, người gửi luôn là nam giới). Lúc đó sai lầm lớn nhất mà bạn có thể mắc phải đó là trả lời một cách lịch sự rằng bạn muốn có thêm thông tin. Ngay lập tức bạn sẽ bị chìm ngập trong đống thư từ. Vậy làm thế nào để có thể tránh được điều này? Một chiến thuật mà tôi áp dụng rất hiệu quả (ngoại trừ cách hơi bất lịch sự là không trả lời) đó là chỉ ra rằng chừng nào lý thuyết đó không được thể hiện bằng ngôn ngữ chặt chẽ của toán học, thì sẽ không thể nào xác định được tính chính xác của nó. Trả lời như thế hầu như đã chặn đứng hết các nhà vũ trụ học nghiệp dư. Thực tế là nếu như không có toán học, các nhà vũ trụ học hiện đại sẽ không thể tiến thêm một bước nào trên con đường tìm hiểu các định luật của tự nhiên. Toán học cung cấp bộ khung vững chắc để gắn kết bất kỳ một lý thuyết về vũ trụ nào. Điều này có thể không gây ngạc nhiên lắm đối với bạn cho tới khi bạn nhận ra rằng thậm chí bản chất của toán học cũng là chưa hoàn toàn rõ ràng. Như nhà triết học người Anh Sir Michael Dummett đã từng nói: "Hai lĩnh vực trí tuệ trừu tượng nhất, là triết học và toán học, đều gây ra cùng một điều bối rối: *bản chất* của chúng là gì? Sự bối rối này không chỉ là do sự ngu dốt, bởi ngay cả người trong cuộc cũng thấy khó có thể trả lời câu hỏi này."

Trong cuốn sách này tôi sẽ cố gắng trong khả năng có thể của mình để làm sáng tỏ một số phương diện về bản chất của toán học và đặc biệt là bản chất của mối quan hệ giữa toán học và thế giới mà chúng ta quan sát được. Mục đích của cuốn sách này hoàn toàn không phải là để giới thiệu một cách đầy đủ lịch sử của toán học. Mà thực ra là tôi đi theo trình tự thời gian của sự biến đổi của một số khái niệm có ảnh hưởng trực tiếp đến việc làm rõ vai trò của toán học trong những hiểu biết của chúng ta về vũ trụ.

Rất nhiều người đã có công đóng góp, một cách trực tiếp hay gián tiếp, trong một khoảng thời gian dài cho ý tưởng của cuốn sách này. Tôi muốn cảm ơn Ngài Michael Atiyah, Gia Dvali, Freeman Dison, Hillel Gauchman, David Gross, Ngài Roger Penrose, Huân tước Martin Rees, Raman Sundrum, Max Tegmark, Steven Weinberg và Stephen Wolfram vì những cuộc trao đổi rất hữu ích. Tôi rất biết ơn Dorothy Morgenstern đã cho phép sử dụng toàn bộ câu chuyện về Kurt Godel với Sở Di trú và Nhập tịch Hoa Kỳ. William Christens-Barry, Keith Knox, Roger Easton, và đặc biệt là Will Noel đã có nhã ý kể lại cho tôi quá trình giải mã tấm da tái chế Archimedes. Tôi xin đặc biệt cảm ơn Laura Garbolino đã cung cấp các tài liệu quan trọng và hồ sơ hiếm về lịch sử của toán học. Tôi cũng vô cùng cảm ơn bộ phận lưu trữ đặc biệt của Đại học Johns Hopkins, Đại học Chicago, và Thư viện Quốc gia Pháp đã cung cấp cho tôi các bản viết tay quý hiếm.

Tôi rất biết ơn Stefano Casertano đã giúp dịch các đoạn văn khó từ tiếng Latinh và Elizabeth Fraser và Jill Lagerstrom trong việc hỗ trợ về ngôn ngữ và thư mục (với nụ cười luôn thường trực trên môi).

Tôi đặc biệt cảm ơn Sharon Toolan vì sự giúp đỡ rất chuyên nghiệp trong việc chuẩn bị bản thảo và Ann Field, Krista Wildt và Stacey Benn đã giúp tôi vẽ một số hình.

Bất cứ tác giả nào cũng sẽ cảm thấy mình may mắn nếu như có được sự ủng hộ và kiên nhẫn giống như của vợ tôi, Sophie, trong suốt quá trình viết cuốn sách này.

Cuối cùng tôi xin cảm ơn đại diện của tôi, Susan Rabiner, nếu không có sự động viên của cô, cuốn sách này đã không thể hoàn thành. Tôi cũng biết ơn biên tập viên Bob Bender đã đọc bản thảo và góp nhiều ý kiến quý báu, Johanna Li đã hỗ trợ việc xuất bản, Loretta Denner và Amy Ryan đã sửa bông, Victoria Meyer và Katie Grinch đã quảng cáo cho cuốn sách, và toàn bộ nhóm xuất bản và quảng cáo thuộc NXB Simon & Schuster đã làm việc hết mình để đưa cuốn sách này đến tay bạn đọc.

CHƯƠNG 1
MỘT BÍ ẨN

Cách đây vài năm khi tôi nói chuyện ở trường Đại học Cornell, trên một trong các trang soạn thảo để chiếu lên (*slide*) của tôi có dòng chữ: "Phải chăng Thượng đế là nhà toán học?" Ngay khi *slide* này được chiếu lên, tôi nghe thấy một sinh viên ngồi hàng đầu thở hắt ra: "Ôi Chúa ơi, hy vọng là không phải thế!"

Câu hỏi hoa mỹ của tôi không phải là một cố gắng triết học để định nghĩa Thượng đế cho người nghe và cũng chẳng phải là một cách thông minh nhằm hăm dọa những người sợ toán. Thực ra tôi đơn giản chỉ muốn giới thiệu một bí ẩn mà nhiều bộ óc độc đáo nhất đã phải vật lộn nhiều thế kỷ nay - đó là sự hiện diện ở mọi nơi và khả năng dường như là vô hạn của toán học. Đây là những đặc điểm mà người ta thường chỉ gán cho thánh thần. Nhà vật lý người Anh James Jeans từng nói: "Vũ trụ có vẻ như đã được thiết kế bởi một nhà toán học thuần túy". Toán học dường như quá hiệu quả trong việc miêu tả và giải thích không chỉ vũ trụ nói chung, mà cả những hoạt động hỗn độn nhất của con người.

Bất kể là các nhà vật lý đang cố gắng tìm ra một lý thuyết của vũ trụ hay các chuyên viên phân tích thị trường chứng khoán gãi đầu gãi tai để dự đoán vụ sụt giá bất thần sắp tới hay các nhà sinh học thần kinh đang xây dựng mô hình về chức năng của não, hay các nhà tình báo quân đội tìm cách tối ưu hóa việc phân bổ tài lực, tất thảy họ đều phải sử dụng toán học. Hơn nữa, thậm chí nếu họ có áp dụng các hình thức luận được phát triển trong các nhánh khác nhau của toán học thì họ vẫn cứ phải dựa vào cùng một thứ toán học tổng thể và nhất quán. Cái gì đã đem lại cho toán học các quyền năng lớn lao tới mức khó tin nổi như thế? Thậm chí Einstein cũng đã từng tự hỏi: "Làm thế nào mà toán học, một sản phẩm của tư duy con người, hoàn toàn *độc lập với kinh nghiệm* [nhấn mạnh của tác giả], lại có thể tương thích một cách tuyệt vời với các đối tượng của thực tại vật lý đến như vậy?"

Cái cảm giác hoang mang này hoàn toàn không phải là mới. Một số nhà triết học cổ Hy Lạp, mà đặc biệt là Pythagoras và Plato, đã từng kinh sợ trước khả năng rõ ràng của toán học trong việc định hình và dẫn dắt vũ trụ, nhưng dường như lại nằm ngoài khả năng làm thay đổi, dẫn dắt và ảnh hưởng của con người. Nhà triết học chính trị người Anh Thomas Hobbes (1588-1679) cũng không thể che giấu sự ngưỡng mộ của ông. Trong tác phẩm *Leviathan*, một trình bày đầy ấn tượng những cái mà Hobbes coi là nền móng của xã hội và chính phủ, ông đã nêu bật hình học như là hình mẫu của lập luận duy lý:

> Khi nhận ra rằng sự thật nằm ở việc sắp xếp đúng các tên gọi trong những khẳng định của chúng ta, người đi tìm sự thật tuyệt đối cần phải nhớ chính xác ý nghĩa của tất cả các tên gọi mà anh ta sử dụng, và sắp xếp chúng một cách đúng đắn; nếu không anh ta sẽ thấy mình bị vướng mắc vào từ ngữ, như gà mắc tóc, càng

> giãy dụa lại càng bị mắc. Và do đó trong hình học (khoa học duy nhất mà Chúa đã hài lòng ban cho loài người), con người đã bắt đầu bằng cách xác lập ý nghĩa của các từ; sự xác lập những ý nghĩa, mà họ gọi là các định nghĩa, và đặt chúng làm xuất phát điểm của sự tính toán của họ.

Hàng ngàn năm nghiên cứu toán học đầy ấn tượng và tư biện triết học sâu sắc cũng hầu như không làm sáng tỏ thêm được tí nào điều bí ẩn về sức mạnh của toán học. Thậm chí bí ẩn này còn tăng thêm theo một nghĩa nào đó. Chẳng hạn, nhà vật lý toán nổi tiếng của Oxford Roger Penrose không chỉ thấy một mà những ba bí ẩn. Ông nhận thấy không phải chỉ có một mà là có những ba "thế giới": *thế giới những cảm nhận có ý thức của chúng ta*, *thế giới tự nhiên*, và *thế giới Plato của các dạng toán học*. Thế giới đầu tiên là thế giới của tất cả các hình ảnh trong trí óc của chúng ta - chúng ta cảm nhận khuôn mặt con cái chúng ta như thế nào, chúng ta thưởng thức cảnh Mặt trời lặn đầy hấp dẫn ra sao hay chúng ta phản ứng với những hình ảnh khủng khiếp của chiến tranh như thế nào. Đây cũng là thế giới của tình yêu, ghen tị và định kiến cũng như cảm nhận của chúng ta về âm nhạc, mùi vị thức ăn và nỗi sợ hãi. Thế giới thứ hai là thế giới mà chúng ta vẫn gọi là thực tại vật lý. Những bông hoa, vỉ thuốc aspirin, đám mây trắng và những chiếc máy bay phản lực là thuộc thế giới này, cũng như các thiên hà, hành tinh, nguyên tử, trái tim của khỉ đầu chó và bộ não của con người. Thế giới Plato của các dạng toán học, theo Penrose, cũng có một thực tại thực sự như là thế giới tự nhiên và thế giới tinh thần, là đất mẹ của toán học. Đây là nơi ta tìm thấy các số tự nhiên 1, 2, 3, 4,..., tất cả các hình dạng và định lý của hình học Euclid, các định luật về chuyển động của Newton, lý thuyết dây, lý thuyết tai biến và các mô hình toán học mô tả hành trạng của thị trường chứng khoán. Và sau đây là ba bí ẩn theo Penrose. Trước hết, thế giới tự nhiên dường như lại tuân theo các định luật mà thực ra thuộc về thế giới các dạng toán học. Điều này làm cho ngay cả Einstein cũng phải kinh ngạc. Nhà vật lý được giải Nobel Eugene Wigner (1902-95) cũng đã phải thốt lên rằng:

> Phép lạ về sự thích hợp của ngôn ngữ toán học đối với sự phát biểu các định luật của vật lý là một món quà tuyệt vời mà chúng ta không hiểu và cũng không xứng đáng. Chúng ta cần phải biết ơn vì điều đó và hy vọng rằng nó sẽ vẫn đúng đắn với các nghiên cứu trong tương lai và tiếp tục mở rộng ra tất cả các ngành khoa học, bất chấp hậu quả thế nào, vì niềm thích thú của chúng ta, và thậm chí có lẽ cũng khiến ta bối rối nữa.

Thứ hai là chính các trí óc nhận thức - nơi lưu giữ các tri giác có ý thức của chúng ta - bằng cách nào đó lại có thể đột sinh từ thế giới tự nhiên. Vậy *ý thức* được sinh ra từ *vật chất* bằng cách nào? Liệu chúng ta có thể đưa ra một lý thuyết về hoạt động của ý thức một cách mạch lạc và chặt chẽ như lý thuyết về điện từ không? Và cuối cùng cái vòng tròn đó đã đóng lại một cách bí mật. Những trí óc nhận thức này lại có thể thâm nhập một cách thần kỳ vào thế giới toán học bằng cách phát hiện hay sáng tạo ra và trình bày một kho tàng các dạng và khái niệm toán học trừu tượng.

Penrose không đưa ra giải thích cho bất kỳ một bí ẩn nào ở trên. Thay vào đó ông chỉ kết luận một cách cô đọng: "Không nghi ngờ gì nữa, thực sự ra chỉ có *một* thế giới chứ không phải ba, và bản chất thực của nó hiện tại chúng ta thậm chí còn chưa nắm bắt được." Đây là một thu nhận khiêm tốn hơn nhiều so với câu trả lời cho một câu hỏi tương tự của một thầy giáo trong vở kịch *Bốn mươi năm sau* (của nhà viết kịch người Anh Alan Bennett):

> *Foster*: Thưa thầy, em vẫn còn mơ hồ về Chúa ba ngôi.
>
> *Thầy giáo*: Ba là một, một là ba, có gì khó hiểu đâu. Nếu còn nghi ngờ về điều đó thì hãy đến gặp thầy dạy toán của em mà hỏi.

Vấn đề thậm chí còn rắc rối hơn là như tôi vừa trình bày. Thực ra là có hai mặt đối với sự thành công của toán học trong việc giải thích thế giới xung quanh chúng ta (sự thành công mà Wigner gọi là "tính hiệu quả đến mức không thể lý giải nổi của toán học"), mà mặt nào cũng gây ngạc nhiên cả. Đầu tiên là mặt mà ta có thể gọi là "chủ động". Khi các nhà vật lý đi lang thang trong mê cung của tự nhiên, họ dùng toán học để soi sáng lối đi - các công cụ mà họ sử dụng và phát triển, các mô hình mà họ xây dựng và các giải thích mà họ đưa ra, hết thảy đều là toán học về bản chất. Cứ nhìn bề ngoài mà xét thì điều này bản thân nó đã là một sự thần kỳ. Newton đã quan sát một trái táo rơi, và thủy triều trên bãi biển (tôi thậm chí còn không tin ông từng nhìn thấy thủy triều) chứ không phải các phương trình toán học. Thế nhưng bằng cách nào đó ông lại có thể rút ra từ các hiện tượng tự nhiên này các định luật toán học của tự nhiên một cách súc tích, rõ ràng và chính xác đến mức khó tin. Cũng như thế, khi nhà vật lý người Scotlen James Clerk Maxwell (1831-79) mở rộng khuôn khổ của vật lý cổ điển để thâu tóm được cả *mọi* hiện tượng điện và từ đã được biết đến vào những năm 1860, ông đã làm điều đó mà chỉ sử dụng có bốn phương trình toán học. Hãy dành chút thời gian để suy ngẫm về điều này. Giải thích một tập hợp các thí nghiệm về điện từ và ánh sáng mà trước đấy phải dùng tới hàng tập sách dày cộp để mô tả, giờ rút lại chỉ còn bốn phương trình ngắn gọn. Thuyết tương đối rộng của Einstein thậm chí còn đáng ngạc nhiên hơn nữa - đây là ví dụ tuyệt vời về một lý thuyết toán học chính xác phi thường và nhất quán của một thứ rất cơ bản là cấu trúc của không gian và thời gian.

Nhưng mặt "bị động" của sự bí ẩn về tính hiệu quả đến khó tin của toán học thậm chí còn đáng kinh ngạc hơn mặt "chủ động" rất nhiều. Các khái niệm và quan hệ được nghiên cứu bởi các nhà toán học chỉ dành cho suy luận thuần túy - hoàn toàn không vì bất cứ một ứng dụng thực tế nào - sau hàng chục năm (thậm chí hàng trăm năm) lại trở thành lời giải bất ngờ của các bài toán xuất phát từ thực tại vật lý. Làm sao lại có thể như thế? Để làm ví dụ, hãy xem xét trường hợp thú vị của nhà toán học lập dị người Anh Godfrey Harold Hardy (1877-1947). Ông tự hào về các công trình chỉ là toán học thuần túy của mình đến mức đã tuyên bố một cách hơi khoa trương: "Không một phát minh nào của tôi, dù là trong quá khứ hay tương lai, sẽ có mảy may ảnh hưởng, trực tiếp hay gián tiếp, tốt hay xấu, đến phúc lợi của thế giới." Nhưng ông đã nhầm! Một trong các công trình của ông được tái sinh với tên gọi định luật Hardy-Weinberg [1862-1937], một nguyên lý cơ bản được các nhà di truyền học sử dụng để nghiên cứu sự tiến hóa của các quần thể. Nói một cách đơn giản, định luật Hardy-Weinberg phát biểu rằng nếu một quần thể lớn sinh sản một cách hoàn toàn ngẫu nhiên (đồng thời không xảy ra di cư, đột biến và chọn lọc) thì thành phần gen là bất biến từ thế hệ này sang thế hệ tiếp sau. Thậm chí cả công trình có vẻ như rất trừu tượng của Hardy về *Lý thuyết số* - môn học nghiên cứu các tính chất của các số tự nhiên - cũng đã có ứng dụng thật bất ngờ. Vào năm 1973, nhà toán học người Anh Clifford Cocks đã sử dụng lý thuyết số để tạo ra đột phá trong ngành mật mã - ngành nghiên cứu về mã hóa và giải mã thông tin. Phát minh của Cocks còn làm cho một câu phát biểu khác của Hardy trở nên lỗi thời. Trong cuốn sách nổi tiếng của ông xuất bản năm 1940 với tựa đề *Lời biện minh của một nhà toán học*, Hardy tuyên bố: "Chưa một ai tìm ra được cách ứng dụng lý thuyết số để phục vụ cho mục đích chiến tranh." Rõ ràng Hardy một lần nữa lại mắc sai lầm. Mật mã là cực kỳ quan trọng trong thông tin liên lạc quân sự. Như vậy thậm chí cả Hardy, một trong những người chỉ trích toán học ứng dụng nhiều nhất, lại bị "lôi" (có khi là vừa giãy vừa kêu gào, nếu như ông còn sống) vào việc tạo ra các lý thuyết toán hữu dụng.

Nhưng đây mới chỉ là phần nổi của tảng băng chìm. Kepler và Newton phát hiện ra rằng các hành tinh của hệ Mặt trời chúng ta chuyển động trên các quỹ đạo hình elip - chính là đường cong đã từng được nhà toán học cổ Hy Lạp Menaechmus (khoảng 350 trước CN) nghiên cứu từ hai nghìn năm trước. Những loại hình học mới được phác họa bởi Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-66) trong một bài giảng đã trở nên kinh điển của ông vào năm 1854 hóa ra lại đúng là công cụ mà Einstein cần có để giải thích cấu trúc của vũ trụ. Một "ngôn ngữ" toán học gọi là lý thuyết nhóm, được phát triển bởi thiên tài trẻ tuổi Evariste Galois (1811-32) đơn giản chỉ là xác định tính giải được của các phương trình đại số nhưng ngày nay đã trở thành ngôn ngữ được các nhà vật lý, kỹ sư, ngôn ngữ học và thậm chí cả các nhà nhân chủng học sử dụng để mô tả mọi thứ đối xứng của thế giới. Hơn nữa, khái niệm hình mẫu đối xứng toán học, theo một nghĩa nào đó, đã làm thay đổi toàn bộ tiến trình khoa học. Trong hàng thế kỷ, con đường tìm hiểu sự vận hành của vũ trụ bắt đầu từ việc thu thập các sự kiện thực nghiệm hay quan sát, rồi từ đó qua thử và sai, các nhà khoa học tìm cách phát biểu các định luật chung của tự nhiên. Cách làm là bắt đầu từ các quan sát cục bộ, rồi từ đó dựng nên trò chơi ghép hình, theo từng mảnh một. Nhưng với sự thừa nhận trong thế kỷ 20 rằng nằm bên dưới cấu trúc của thế giới hạ nguyên tử có các thiết kế toán học rất xác định, nên các nhà vật lý hiện đại ngày hôm nay đã bắt đầu làm ngược lại. Trước hết, họ đưa ra các nguyên lý đối xứng toán học trước và khẳng định rằng các định luật của tự nhiên và do đó các thành phần cơ bản của vật chất cần phải tuân theo một số hình mẫu nhất định, và họ suy ra các định luật tổng quát từ các đòi hỏi này. Nhưng làm sao tự nhiên lại có thể biết để tuân theo các đối xứng toán học trừu tượng đó?

Vào năm 1975, Mitch Feigenbaum, lúc đó mới chỉ là một nhà vật lý toán trẻ làm việc tại Phòng Thí nghiệm Quốc gia Los Alamos, đã thử xem xét hành vi của một phương trình đơn giản với chiếc máy tính bỏ túi HP-65 của mình. Ông nhận thấy rằng một chuỗi các con số xuất hiện trong tính toán càng ngày càng hội tụ về một giá trị đặc biệt: 4,669... Điều đáng kinh ngạc là khi xem xét các phương trình khác con số quái lạ này lại xuất hiện. Feingenbaum nhanh chóng rút ra kết luận rằng phát hiện của ông có tính phổ quát, vì một nguyên nhân nào đó, nó đã đánh dấu sự chuyển tiếp từ có trật tự sang hỗn độn, thậm chí mặc dù ông không giải thích được vì sao. Chả có gì đáng ngạc nhiên khi lúc đầu các nhà vật lý tỏ ra rất nghi ngờ điều này. Xét cho cùng thì chả có lý do gì để cùng một con số lại mô tả được hành vi của các hệ thống có vẻ như hoàn toàn khác nhau này. Sau sáu tháng phản biện về chuyên môn, bài báo đầu tiên của Feingenbaum viết về chủ đề này bị từ chối. Nhưng chỉ không lâu sau, các thực nghiệm cho thấy hêli lỏng khi được đốt nóng từ bên dưới đã xử sự đúng như nghiệm phổ quát của Feingenbaum đã tiên đoán. Và đây không phải là hệ thống duy nhất được tìm thấy là đã xử sự như thế. Con số kỳ lạ của Feingenbaum còn xuất hiện khi có sự chuyển tiếp từ một dòng chảy trật tự sang chảy rối, và thậm chí cả trong hành vi của nước nhỏ giọt từ vòi. Danh sách các "dự đoán" như vậy bởi các nhà toán học về nhu cầu của các ngành khác nhau thuộc thế hệ sau này còn có thể kéo dài dài. Một trong những ví dụ đáng kinh ngạc về sự ảnh hưởng lẫn nhau một cách bí ẩn và bất ngờ giữa toán học và thế giới tự nhiên là câu chuyện về *lý thuyết nút* - ngành toán học nghiên cứu về các nút. Một nút toán học cũng giống như một nút thông thường buộc bằng dây với hai đầu dây được nối với nhau. Tức là, một nút toán học là một đường cong kín không có điểm đầu điểm cuối. Điều kỳ lạ là động lực thúc đẩy sự phát triển của lý thuyết nút bắt nguồn từ mô hình sai lầm về nguyên tử được phát triển vào thế kỷ 19. Sau khi mô hình này bị vứt bỏ - chỉ sau khi ra đời hai thập kỷ - lý thuyết nút tiếp tục tiến hóa như là một nhánh ít người biết đến của toán học thuần túy. Nhưng thật đáng kinh ngạc, sự nỗ lực trừu tượng này đột nhiên lại tìm được những ứng dụng rất sâu rộng trong nhiều lĩnh vực hiện đại từ cấu trúc phân tử của ADN tới lý thuyết dây - lý thuyết tìm cách thống nhất thế giới hạ nguyên tử với hấp dẫn. Tôi sẽ còn trở lại câu chuyện hấp dẫn này ở Chương 8, bởi vì lịch sử vòng quanh của nó có thể là một chứng minh tốt nhất cho việc các nhánh khác nhau của toán học đột sinh như thế nào từ những nỗ lực tìm cách giải thích thế giới tự nhiên, rồi sau đó chúng lang thang như thế nào trong thế giới trừu tượng của toán học, chỉ để rồi sau cùng chúng lại bất ngờ trở về cội nguồn ban đầu của chúng.

Khám phá hay phát minh?

Chỉ với những mô tả ngắn gọn của tôi cho đến đây cũng đã cung cấp những bằng chứng mạnh mẽ về một vũ trụ bị chi phối bởi toán học hay chí ít là có thể phân tích được bằng toán học. Như cuốn sách này sẽ cho thấy, rất nhiều, và thậm chí có thể nói là tất cả, các hoạt động của con người cũng dường như đột sinh từ một cơ sở toán học, ngay cả ở những chỗ ít chờ đợi nhất. Chúng ta hãy xem xét một ví dụ từ thế giới tài chính - công thức tính giá quyền chọn Black-Scholes (1973). Mô hình Black-Scholes đã mang lại cho các tác giả (Myron Scholes và Robert Carhart Merton; còn Fisher Black đã chết trước khi trao giải) giải Nobel về kinh tế. Phương trình chủ yếu của mô hình cho phép hiểu được cách tính giá của các quyền chọn chứng khoán (quyền chọn là các công cụ tài chính cho phép mua hay bán chứng khoán trong tương lai với một giá thỏa thuận trước).

Và đây mới là điều gây kinh ngạc: nằm ở trung tâm của mô hình này là một hiện tượng đã được các nhà vật lý nghiên cứu từ nhiều thập kỷ trước - đó là chuyển động Brown, trạng thái chuyển động hỗn loạn của các hạt nhỏ như phấn hoa lơ lửng trong nước hay hạt khói trong không khí. Và không chỉ có thế, chính phương trình này cũng áp dụng được cho chuyển động của hàng trăm nghìn ngôi sao trong các đám sao. Nói theo ngôn ngữ của *Alice trong xứ sở thần kỳ*, thì lẽ nào điều này không phải là "kỳ lạ và càng kỳ lạ" sao? Xét cho cùng thì bất kể vũ trụ có thể làm gì đi nữa, nhưng kinh doanh và tài chính chắc chắn là các thế giới do trí tuệ của con người tạo ra.

Hay hãy lấy một vấn đề thường gặp bởi các nhà sản xuất mạch điện tử và thiết kế máy tính: họ sử dụng khoan laser để đục hàng chục nghìn lỗ trên bản mạch. Để giảm thiểu chi phí, người thiết kế không muốn khoan một cách ngẫu nhiên như một người đi du lịch tự do. Thay vào đó cần phải tìm ra cách di chuyển mũi khoan một cách ít nhất giữa các lỗ, tức là mỗi lỗ chỉ đi qua đúng một lần. Hóa ra, các nhà toán học đã nghiên cứu vấn đề này từ những năm 1920 dưới cái tên *bài toán người bán hàng rong*. Nói một cách nôm na, nếu một người bán hàng hay một nhà chính trị trên đường tranh cử cần phải di chuyển một cách kinh tế nhất giữa một số các thành phố, và nếu chi phí di chuyển giữa hai thành phố là biết trước, thì người đi phải tìm ra cách di chuyển tới tất cả các thành phố một cách tối ưu rồi quay trở về điểm xuất phát. Bài toán này đã được giải với 49 thành phố ở Mỹ vào năm 1954. Đến năm 2004, nó đã được giải với 24.976 thành phố ở Thụy Điển. Nói một cách khác, các công ty sản xuất mạch hay vận tải, và thậm chí các nhà sản xuất máy đánh bạc giống như máy *pinball* ở Nhật Bản (cần phải đóng hàng nghìn cái đinh) đều phải dựa vào toán học để giải quyết các vấn đề tưởng như đơn giản như khoan lỗ, xếp lịch hay thiết kế vật lý các máy tính.

Toán học thậm chí còn thâm nhập cả vào những lĩnh vực, mà theo truyền thống, không liên quan gì đến các khoa học chính xác cả. Chẳng hạn như *Tạp chí Xã hội học toán học* (đến năm 2006 đã xuất bản được 30 kỳ) hướng vào việc tìm hiểu các cấu trúc xã hội phức tạp, các tổ chức và nhóm không chính thống bằng toán học. Các bài báo của tạp chí này đề cập đến các chủ đề từ một mô hình toán học để dự đoán dư luận đến mô hình dự đoán tương tác của các nhóm xã hội.

Theo một hướng khác - từ toán học đến các khoa học nhân văn - lĩnh vực ngôn ngữ điện toán, ban đầu chỉ liên quan đến khoa học máy tính giờ đây đã trở thành lĩnh vực nghiên cứu liên ngành tập hợp các nhà ngôn ngữ, nhà tâm lý nhận thức, nhà lôgic học và các chuyên gia trí tuệ nhân tạo để nghiên cứu sự phức tạp của các ngôn ngữ có liên quan một cách tự nhiên.

Liệu đây có phải là một trò tinh quái để đùa giỡn chúng ta, sao cho mọi vật lộn của con người nhằm ngày càng thâu tóm và hiểu biết được nhiều hơn, cuối cùng, lại dẫn đến phát lộ ra ngày càng nhiều lĩnh vực tinh vi của toán học mà trên đó cả vũ trụ và chúng ta, những sinh vật phức tạp của nó, tất cả đều được tạo ra? Phải chăng toán học, như các nhà giáo dục hay nói, là quyển sách giáo khoa ẩn giấu - quyển sách mà các giáo sư sử dụng để dạy, nhưng chỉ dạy một phần để mình vẫn còn là thông thái hơn? Hay là, nói như phép ẩn dụ của kinh thánh, phải chăng, theo một nghĩa nào đó, toán học là trái tối hậu của cái cây tri thức?

Như tôi đã nhận xét ngắn gọn ở phần đầu của chương này, tính hiệu quả đến khó tin của toán học đã tạo ra nhiều câu đố rất hấp dẫn: Toán học có tồn tại hoàn toàn độc lập với trí óc của con người không? Nói một cách khác, chúng ta đơn giản chỉ là *khám phá* ra các chân lý toán học, như các nhà thiên văn khám phá các thiên hà chưa biết hay toán học không gì khác, chỉ là *phát minh* của con người? Nếu toán học thực sự chỉ tồn tại trong một thế giới trừu tượng thần thoại, thì quan hệ giữa thế giới bí ẩn này với thực tại vật lý là như thế nào? Làm sao bộ não của con người với những hạn chế đã biết của nó lại có thể thâm nhập vào cái thế giới bất biến, nằm ngoài không gian và thời gian đó? Mặt khác, nếu toán học chỉ là do con người tạo ra và chỉ tồn tại trong trí não của chúng ta, thì làm sao ta có thể giải thích được thực tế là sự sáng tạo ra quá nhiều các chân lý toán học này lại có thể dự báo trước một cách thần kỳ các câu hỏi về vũ trụ và cuộc sống con người mà thậm chí hàng thế kỷ sau mới đặt ra? Đây không phải là những câu hỏi dễ trả lời. Như tôi sẽ đề cập thường xuyên trong cuốn sách này, ngay cả các nhà toán học, các nhà khoa học về nhận thức cũng như những triết gia hiện đại cũng không nhất trí với nhau về câu trả lời. Vào năm 1989, nhà toán học Pháp Alain Connes, người đã đoạt hai giải thưởng có uy tín nhất về toán học là Huy chương Field (1982) và Giải thưởng Crafoord (2001), đã phát biểu một cách rất rõ ràng:

> Hãy lấy những số nguyên tố [là số chỉ chia hết cho 1 và chính nó], làm ví dụ. Trong chừng mực mà tôi quan tâm thì những con số này là một thực tại còn vững chắc hơn thế giới vật chất xung quanh chúng ta. Nhà

> toán học còn đang hành nghề giống như người đi thám hiểm thế giới. Người ta khám phá ra các sự thật cơ bản từ kinh nghiệm. Chẳng hạn, bằng những tính toán đơn giản người ta có thể nhận thấy rằng chuỗi các số nguyên tố có vẻ như kéo dài vô hạn. Khi đó, nhiệm vụ của nhà toán học là chứng minh rằng có vô số các số nguyên tố. Đây là điều đã được chứng minh bởi Euclid. Một trong những hệ quả lý thú của chứng minh này là ở chỗ nếu một ngày nào đó có người tuyên bố là đã tìm được số nguyên tố lớn nhất thì có thể dễ dàng chỉ ra rằng anh ta đã sai lầm. Điều này cũng đúng với bất kỳ chứng minh nào khác. Như vậy là chúng ta đã bất ngờ đạt đến một thực tại cũng hoàn toàn không thể chối cãi nổi như là thực tại vật lý vậy.

Martin Gardner, tác giả nổi tiếng của nhiều cuốn sách toán học giải trí, cũng đứng về phía coi toán học là *sự khám phá*. Với ông thì không có gì để nghi ngờ rằng các con số và toán học là luôn tồn tại bất kể con người có biết đến chúng hay không. Ông đã từng nói một cách dí dỏm: "Nếu hai con khủng long gia nhập với hai con khủng long khác ở một khu rừng thưa thì sẽ luôn có bốn con khủng long, ngay cả khi không có con người ở đấy để quan sát và mấy con vật thì quá ngu ngốc để có thể đếm được." Như Connes nhấn mạnh, những người ủng hộ quan niệm toán học là sự khám phá (và như chúng ta sẽ thấy, điều này cũng phù hợp với quan điểm của phái Plato) đã chỉ ra rằng khi một khái niệm toán học cụ thể nào đó được tìm ra, chẳng hạn như các số tự nhiên 1, 2, 3, 4,..., thì chúng ta sẽ gặp các sự thật không thể chối cãi như $3^2 + 4^2 = 5^2$ bất kể chúng ta nghĩ gì về các hệ thức này. Điều đó ít nhất cũng cho ta cảm giác rằng chúng ta đang tiếp xúc với một hiện thực đang tồn tại.

Những người khác lại không đồng ý với điều này. Khi nhận xét về một cuốn sách trong đó Connes trình bày về những ý tưởng này, nhà toán học người Anh Sir Michael Atiyah (người đoạt Huy chương Fields năm 1966 và giải thưởng Abel năm 2004) đã nói:

> Bất kỳ nhà toán học nào cũng phải đồng cảm với Connes. Tất cả chúng ta đều cảm thấy rằng các số nguyên hay các đường tròn là thực sự tồn tại theo một nghĩa trừu tượng nào đó và quan điểm của phái Plato [sẽ được mô tả chi tiết ở chương 2] là rất có sức quyến rũ. Nhưng liệu chúng ta có thực sự bảo vệ được nó không? Nếu như vũ trụ chỉ là một chiều hay thậm chí rời rạc thì khó có thể tưởng tượng được hình học làm sao có thể phát triển. Có vẻ như các số tự nhiên có một cơ sở vững chắc hơn, và đếm thực sự là một khái niệm nguyên thủy. Nhưng hãy thử tưởng tượng trí thông minh không nằm ở con người mà ở loài sứa cô đơn và bị cách ly ở dưới đáy sâu của Thái Bình Dương. Nó sẽ không hề có kinh nghiệm gì về các đối tượng cá thể cả, mà chỉ có nước ở xung quanh. Chuyển động, nhiệt độ và áp suất sẽ cung cấp cho nó các dữ liệu cảm giác cơ bản. Trong một môi trường thuần túy liên tục như thế thì sự rời rạc không thể xuất hiện và sẽ chẳng có gì để mà đếm cả.

Và như vậy Atiyah tin rằng con người đã "*tạo ra* [nhấn mạnh của tác giả] toán học bằng cách lý tưởng và trừu tượng hóa các yếu tố của thế giới vật lý." Nhà ngôn ngữ học George Lakoff và nhà tâm lý học Rafael Núñez cũng đồng ý với quan điểm này. Trong cuốn sách *Toán học từ đâu đến*, họ đã kết luận: "Toán học là một phần tự nhiên của con người. Nó xuất hiện từ cơ thể, bộ não và các kinh nghiệm hàng ngày về thế giới của chúng ta."

Quan điểm của Atiyah, Lakoff và Núñez lại làm phát sinh một câu hỏi lý thú khác. Nếu như toán học là phát minh (sáng chế) của loài người thì nó có thực sự là phổ quát không? Hay nói một cách khác, nếu như có tồn tại các nền văn minh ngoài Trái đất, thì họ có sáng tạo ra cùng một thứ toán học như của chúng ta không? Carl Sagan (1934-96) đã thường nghĩ rằng câu trả lời là khẳng định. Trong cuốn sách *Vũ trụ* của mình, khi bàn về loại tín hiệu mà một nền văn minh ngoài Trái đất có thể sẽ truyền vào không gian, ông viết: "Nhưng sẽ cực kỳ khó có thể xảy ra khả năng một quá trình vật lý tự nhiên nào đó có thể truyền đi một thông điệp radio mà chỉ chứa các số nguyên tố. Nếu chúng ta nhận được một thông điệp như thế chúng ta sẽ suy ra rằng nền văn minh đó ít ra là rất thích các số nguyên tố." Nhưng điều đó chắc chắn đến đâu? Trong cuốn sách mới đây *Một kiểu khoa học mới*, nhà vật lý toán Stephen Wolfram đã lý luận rằng cái mà ta gọi là "toán học" có thể chỉ là một khả năng trong rất nhiều "hương vị" của toán học. Chẳng hạn, thay vì sử dụng các quy tắc dựa trên các phương trình toán học để mô tả thế giới tự nhiên, chúng ta có thể sử dụng các loại quy tắc khác được thể hiện trong các chương trình máy tính đơn giản. Hơn nữa, một số nhà vũ trụ học gần đây thậm chí còn đề cập tới khả năng vũ trụ của chúng ta chỉ là một thành viên trong một *đa vũ trụ* - một tập hợp rất lớn các vũ trụ. Nếu một đa vũ trụ như thế thực sự tồn tại, thì liệu chúng ta có thể hy vọng rằng các vũ trụ khác đều có cùng một kiểu toán học như chúng ta chăng?

Các nhà sinh học phân tử và khoa học nhận thức lại đem tới một cách nhìn khác dựa trên những nghiên cứu về các khả năng của não. Đối với một số nhà nghiên cứu đó, toán học không khác biệt nhiều với ngôn ngữ. Nói một cách khác, trong kịch bản *nhận thức* này, sau một thời gian dài quan sát hai tay, hai mắt và hai bầu vú, định nghĩa trừu tượng của số 2 đã ra đời, cũng giống như từ "chim" đã ra đời để mô tả bất kỳ động vật hai cánh biết bay nào. Như nhà thần kinh học người Pháp Pierre Changeux đã nói: "Theo tôi phương pháp tiên đề [như được dùng trong hình học Euclid, chẳng hạn] là cách diễn đạt rõ ràng các chức năng của đại não và những khả năng nhận thức dựa trên việc sử dụng ngôn ngữ của con người". Nhưng nếu toán học chỉ là một kiểu ngôn ngữ thì ta làm sao có thể giải thích được việc trẻ em học ngôn ngữ rất dễ dàng nhưng khá nhiều em lại gặp khó khăn khi học toán? Thần đồng người Scotlen Marjory Fleming (1803-11) đã mô tả một cách rất đáng yêu những khó khăn mà các học sinh thường gặp phải khi học toán. Fleming đã không sống được đến sinh nhật lần thứ 9 của mình nhưng đã để lại một cuốn nhật ký với hơn chín nghìn chữ văn xuôi và năm trăm câu thơ. Trong đó có câu: "Bây giờ mình sẽ nói cho bạn biết căn bệnh khủng khiếp mà bảng cửu chương đã gây ra cho mình; bạn sẽ không thể tưởng tượng nổi đâu. Điều quỷ quái nhất đó là 8 lần 8 và 7 lần 7; cái mà ngay cả tự nhiên cũng không thể chịu đựng được."

Có một số yếu tố trong những câu hỏi rắc rối mà tôi đã đặt ra ở trên có thể viết lại theo một cách khác: Liệu có sự khác biệt về cơ bản giữa toán học với các biểu đạt khác của trí não con người như các nghệ thuật thị giác hay âm nhạc không? Nếu như không có thì tại sao toán học lại biểu lộ tính nhất quán và chặt chẽ mà không một sáng tạo nào khác của loài người có được? Như hình học Euclid chẳng hạn, nó vẫn còn là đúng đắn từ năm 300 trước CN cho đến tận bây giờ; nó đại diện cho "những chân lý" áp đặt lên chúng ta. Ngược lại, chúng ta sẽ không muốn nghe cùng một loại âm nhạc với người Hy Lạp cổ đại cũng như không còn tán đồng với mô hình ngây thơ về vũ trụ của Aristotle.

Rất ít các vấn đề của khoa học hiện đại còn sử dụng các ý tưởng của cách đây ba nghìn năm. Trái lại, những nghiên cứu mới nhất của toán học có thể sử dụng đến các định lý được công bố năm ngoái hay tuần trước, nhưng cũng có thể sử dụng công thức tính diện tích mặt cầu được chứng minh bởi Archimedes khoảng 250 năm trước CN. Mô hình nút của nguyên tử ở thế kỷ 19 chỉ sống sót được gần hai thập kỷ vì các phát hiện mới chứng minh rằng cơ sở của lý thuyết này là không đúng đắn. Khoa học luôn phát triển như thế. Newton đã công nhận (hay là không! xin xem Chương 4) sở dĩ ông có thể nhìn được xa là bởi vì ông đã đứng trên vai những người khổng lồ. Ông đáng nhẽ cũng có thể phải xin lỗi những người khổng lồ này vì đã làm cho các công trình của họ trở nên lỗi thời.

Đây không phải là hình mẫu trong toán học. Mặc dù hình thức luận cần để chứng minh một số kết quả có thể thay đổi, nhưng bản thân các kết quả toán học thì không thay đổi. Thực tế, đúng như nhà toán học và tác giả Ian Steward đã từng viết: "Chỉ có một từ trong toán học để mô tả các kết quả đã tìm ra mà sau đó lại bị thay đổi - đó đơn giản là từ *sai lầm*". Và những sai lầm như vậy bị coi là sai lầm không phải là do các khám phá mới như trong các ngành khoa học khác mà bởi vì sự đối chiếu một cách cẩn thận và chặt chẽ hơn tới cùng các chân lý toán học cũ. Và phải chăng điều này đã thực sự làm cho toán học trở thành ngôn ngữ của Chúa ?

Nếu bạn cho rằng việc hiểu toán học là được khám phá ra hay sáng tạo ra chẳng có gì quan trọng thì hãy thử xét xem sự khác biệt giữa ""khám phá" hay "sáng tạo" sẽ trở nên quan trọng như thế nào trong câu hỏi: Chúa đã được khám phá ra hay được sáng tạo ra? Hay nói một cách khiêu khích hơn: Chúa tạo ra loài người theo hình ảnh của Người hay chúng ta tạo ra Chúa theo hình ảnh của chúng ta?

Tôi sẽ cố gắng tìm câu trả lời cho các câu hỏi khó khăn này (và còn thêm một số câu hỏi khác nữa) trong các chương sau. Trong quá trình đó, tôi sẽ tổng quan lại những ý tưởng sâu sắc nhất trong các công trình của các nhà toán học, vật lý, triết gia, các nhà khoa học nhận thức và ngôn ngữ học nổi tiếng nhất thuộc các thế kỷ đã qua và hiện nay. Tôi cũng sẽ tìm kiếm các ý kiến, những dự báo và cả sự e dè của nhiều nhà tư tưởng hiện đại. Và bây giờ chúng ta hãy bắt đầu cuộc hành trình đầy hứng thú này với các tư tưởng đột phá của một số triết gia rất xa xưa.

CHƯƠNG 2

NHỮNG CON NGƯỜI THẦN BÍ: NHÀ SỐ HỌC VÀ TRIẾT GIA

Con người luôn luôn bị thôi thúc bởi ham muốn tìm hiểu về vũ trụ. Nhưng nỗ lực của họ để hiểu đến ngọn nguồn "Tất cả điều đó có ý nghĩa gì?" đã vượt qua những nỗ lực cần thiết để sinh tồn, để cải thiện tình hình kinh tế hay chất lượng cuộc sống. Điều này không có nghĩa là tất cả mọi người đều chủ động dấn thân vào công cuộc tìm kiếm một trật tự tự nhiên hay siêu hình nào đó. Những cá nhân phải chật vật lo cho cuộc sống khó có điều kiện xa xỉ để suy ngẫm về ý nghĩa của cuộc sống. Trong tập hợp những người săn tìm những hình mẫu nằm sau sự phức tạp không khó nhận thấy của vũ trụ, một số ít người đã nổi bật hơn hẳn những người khác. Đối với nhiều người, tên tuổi của nhà toán học, khoa học, triết học người Pháp René Descartes (1596-1650) là đồng nghĩa với sự ra đời của triết học của khoa học hiện đại. Descartes là một trong những kiến trúc sư chính của sự chuyển dịch từ việc mô tả thế giới tự nhiên qua các thuộc tính được cảm nhận trực tiếp bởi các giác quan của chúng ta sang các giải thích bằng các đại lượng rất xác định về mặt toán học. Thay vì các tình cảm, mùi vị, màu sắc, và cảm giác được đặc trưng một cách mơ hồ, Descartes muốn các giải thích khoa học phải thăm dò đến tận mức cơ bản sâu xa nhất và phải sử dụng ngôn ngữ toán học:

> Tôi không thừa nhận bất cứ bản chất nào khác trong các vật thể ngoại trừ những thứ mà các nhà hình học gọi là *lượng*, và sử dụng chúng như các đối tượng trong các chứng minh của họ... Và do mọi hiện tượng tự nhiên đều có thể giải thích theo cách này nên tôi nghĩ rằng không cần thiết phải chấp nhận hay mong muốn bất cứ một nguyên lý nào khác trong vật lý.

Điều lý thú là Descartes đã loại bỏ ra khỏi tầm nhìn khoa học rộng lớn của mình thế giới của "tư duy và trí óc", thế giới mà ông cho rằng nó độc lập với thế giới vật chất có thể giải thích bằng toán học. Trong khi không có gì để nghi ngờ rằng Descartes là một trong những nhà tư tưởng có ảnh hưởng lớn nhất trong vòng bốn thế kỷ trở lại đây (và tôi sẽ còn trở lại với ông ở Chương 4), thì ông lại không phải là người đầu tiên đưa toán học vào vị trí trung tâm. Dù bạn có tin hay không thì tùy, nhưng những ý tưởng bao quát về một vũ trụ thấm đẫm và bị chi phối bởi toán học - những ý tưởng mà theo một nghĩa nào đó thậm chí còn đi xa hơn cả những ý tưởng của Descartes - đã được đưa ra từ hơn hai nghìn năm trước, mặc dù mang đậm hương vị thần bí. Người mà truyền thuyết gán cho là đã cảm nhận được rằng linh hồn con người "thật hân hoan" khi dấn thân vào toán học thuần túy, đó chính là nhà toán học Pythagoras đầy bí ẩn.

Pythagoras

Pythagoras (khoảng 572-497 tr. CN) có lẽ là người đầu tiên đồng thời là một triết gia về tự nhiên có ảnh hưởng và một triết gia về tinh thần có uy tín - một nhà khoa học và một nhà tư tưởng tôn giáo. Thực tế, ông là người được cho là đã đưa ra các từ "triết học" *(philosophy)*, với nghĩa là tình yêu sự thông thái, và "toán học" - với nghĩa là các môn học thông thái. Mặc dù không một tác phẩm nào của Pythagoras còn lại đến ngày nay (nếu như chúng đã từng tồn tại, vì chúng chủ yếu được truyền miệng), nhưng chúng ta có tới ba bản tiểu sử chi tiết về Pythagoras, dù chỉ phần nào đáng tin cậy thôi, có từ thế kỷ thứ 3. Bản thứ tư, của một tác giả vô danh được lưu giữ trong các trước tác của giáo trưởng và triết gia người Byzantine tên là Photius (khoảng 820-91 sau CN). Khó khăn chính khi đánh giá các đóng góp cá nhân của Pythagoras là ở chỗ các học trò và môn đồ của ông thường gán tất cả những ý tưởng của họ cho ông. Do đó, ngay cả Aristotle (384-322 tr. CN) cũng thấy khó mà xác định được phần nào trong triết học của Pythagoras là của chính Pythagoras, và vì thế, nói chung, ông thường gọi là "thuộc trường phái Pythagoras" hay "thuộc cái gọi là trường phái Pythagoras". Tuy nhiên, do sự nổi tiếng của Pythagoras trong truyền thống sau này, nói chung, người ta cho rằng ông là người khởi xướng ít nhất là một số thuyết của trường phái này mà Plato và thậm chí cả Copernicus nữa đều cảm thấy phải mang ơn.

Gần như chắc chắn là Pythagoras sinh ra vào đầu thế kỷ thứ sáu trước Công Nguyên ở đảo Samos, ngay cạnh bờ biển của Thổ Nhĩ Kỳ bây giờ. Lúc trẻ ông có thể đã đi rất nhiều nơi, đặc biệt là đã tới Ai Cập và có thể cả Babylon nữa, những nơi mà ít nhất ông đã tiếp thu được một phần kiến thức toán học của mình. Cuối cùng, ông chuyển đến một thuộc địa nhỏ của Hy Lạp ở Croton, gần mũi phía Nam của Italia. Tại đây ông đã nhanh chóng tập hợp được một nhóm các học trò và đệ tử đầy nhiệt huyết.

Nhà sử học người Hy Lạp Herodotus (khoảng 485-425 tr. CN) đã viết về Pythagoras như là "một triết gia giỏi nhất của người Hy Lạp," và triết gia tiền Socrat đồng thời là nhà thơ Empedocles (kh. 492-432 tr. CN) còn bổ sung thêm với sự thán phục: "Nhưng trong số họ có một người vô cùng uyên bác, người có thể hiểu biết sâu sắc về mọi thứ và là một bậc thầy của tất cả các môn nghệ thuật; và bất cứ khi nào thực sự muốn, ông có thể tìm ra một cách dễ dàng mọi chân lý trong mười - không phải, mà là trong hai mươi đời người." Nhưng không phải ai cũng có ấn tượng như thế cả. Trong các nhận xét có vẻ như xuất phát từ sự ganh đua cá nhân, triết gia Heraclitus xứ Ephesus (khoảng 535-475 tr. CN) công nhận hiểu biết rộng của Pythagoras nhưng ông cũng nói thêm một cách miệt thị rằng: "Học nhiều không hẳn đã dạy cho người ta sự thông thái; nếu không nó đã dạy cho Hesiod [một nhà thơ Hi Lạp sống vào khoảng năm 700 trước Công Nguyên] và Pythagoras."

Pythagoras và những người thuộc trường phái Pythagoras thời kỳ đầu không phải là các nhà toán học hay khoa học theo đúng nghĩa. Thay vì đó là một triết học siêu hình về ý nghĩa của các con số ngự trị ở trung tâm các học thuyết của họ. Đối với người thuộc trường phái Pythagoras, các con số vừa là các thực thể sống vừa là các nguyên lý phổ quát thấm đẫm vạn vật từ thiên đường cho đến đạo đức con người. Nói một cách khác, các con số có hai mặt phân biệt và bổ sung lẫn nhau. Một mặt, chúng có sự tồn tại vật lý hữu hình, mặt khác, chúng lại là các quy luật trừu tượng mà mọi thứ được xây dựng trên đó. Chẳng hạn, số 1 (*monad*) vừa là con số sinh ra mọi số khác, là thực thể có thực giống như nước, không khí và lửa là các thành phần cấu tạo nên thế giới vật lý, đồng thời cũng là một ý tưởng - đơn vị siêu hình khởi nguồn của mọi sáng tạo. Nhà lịch sử triết học người Anh Thomas Stanley (1625-78) mô tả một cách tuyệt diệu (dù với tiếng Anh của thế kỷ 17) hai ý nghĩa mà trường phái Pythagoras gán cho các con số:

> Các con số, về bản chất, có hai mặt là Tinh thần (hay phi vật chất) và Khoa học. Tinh thần là thực thể vĩnh hằng của Số, mà Pythagoras trong bài Luận về các Thần đã khẳng định là *nguyên lý may mắn nhất của toàn bộ Trời và Đất, cũng như của tự nhiên*... Đây chính là cái được gọi là *nguyên lý, suối nguồn và gốc rễ của vạn vật*... Còn Số Khoa học là cái mà Pythagoras định nghĩa là *sự mở rộng và nối dài vào hành động của các lý trí hạt giống nằm trong Monad, hay một nhóm các Monad.*

Như vậy các con số không đơn giản chỉ là công cụ để ký hiệu số lượng hay là lượng. Đúng hơn, các con số cần phải được khám phá, và chúng là các tác nhân thành tạo chủ động trong tự nhiên. Mọi thứ trong vũ trụ, từ các đối tượng vật chất như Trái đất đến các khái niệm trừu tượng như công lý, tất tần tật đều hoàn toàn là số.

Việc ai đó thấy rằng các con số rất hấp dẫn và quyến rũ, bản thân nó, không có gì là đáng ngạc nhiên cả. Xét cho cùng thì ngay cả các con số bình thường ta gặp hàng ngày đều có các tính chất lý thú. Chẳng hạn như số ngày trong một năm - 365, bạn có thể dễ dàng kiểm tra thấy rằng 365 là tổng bình phương của ba số liên tiếp: $365 = 10^2 + 11^2 + 12^2$. Nhưng đấy chưa phải là tất cả; nó còn là tổng của bình phương hai số tiếp ngay sau đấy ($365 = 13^2 + 14^2$)! Hay hãy xem xét số ngày trong một tháng theo lịch âm - 28. Số này là tổng của tất cả các ước số của nó: $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$. Các số có tính chất đặc biệt này được gọi là các *số hoàn hảo* (bốn số hoàn hảo đầu tiên là 6, 28, 496, 8218). 28 đồng thời cũng là tổng các lập phương của hai số lẻ đầu tiên: $28 = 1^3 + 3^3$. Thậm chí cả số được sử dụng thường xuyên trong hệ thống thập phân như 100 cũng có tính chất đặc biệt: $100 = 1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3$.

Thôi được, đúng là các con số có thể rất hấp dẫn. Nhưng người ta vẫn có thể còn băn khoăn về nguồn gốc của học thuyết Pythagoras về các con số. Làm thế nào lại có thể xuất hiện ý tưởng cho rằng không chỉ mọi vật đều chứa các con số mà mọi vật đều *là* các con số? Do Pythagoras không viết lại gì hoặc do tất cả đều đã bị phá hủy nên khó có thể trả lời được câu hỏi này. Ấn tượng còn sót lại về các suy luận của Pythagoras đều dựa trên một số ít đoạn rời rạc thuộc thời kỳ tiền Plato và rất muộn sau này, là những cuộc thảo luận, ít đáng tin cậy hơn, chủ yếu của các triết gia theo Plato hay Aristotle. Bức tranh xuất hiện từ sự lắp ghép các manh mối khác nhau gợi ý rằng có thể tìm được nguồn gốc nỗi ám ảnh bởi các con số trong sự bận tâm của những người theo học thuyết Pythagoras với hai hoạt động có vẻ như không liên quan gì với nhau: các thử nghiệm trong âm nhạc và việc quan sát bầu trời.

Để có thể hiểu được làm thế nào lại có mối liên hệ bí ẩn giữa các con số, bầu trời và âm nhạc, chúng ta hãy bắt đầu từ một quan sát lý thú rằng những người theo học thuyết Pythagoras có một cách để *hình dung* các con số bằng các viên sỏi hay các điểm. Chẳng hạn, họ sắp xếp các số tự nhiên 1, 2, 3, 4... như tập hợp các viên sỏi tạo thành hình tam giác (như hình 1). Đặc biệt, tam giác tạo bởi 4 số nguyên đầu tiên (sắp xếp thành tam giác gồm 10 viên sỏi) được gọi là *Tetraktys* (nghĩa là bộ tứ), được những người theo học thuyết Pythagoras coi là biểu tượng của sự hoàn hảo và của các yếu tố chứa đựng nó. Điều này được ghi lại trong câu chuyện kể về Pythagoras của nhà văn trào phúng người Hy Lạp Lucian (khoảng 120-80 sau CN). Pythagoras yêu cầu một người đếm. Khi người đó đếm "1, 2, 3, 4," Pythagoras bèn ngắt lời anh ta, "Anh có thấy không? Cái mà anh coi là 4 thực ra là 10, một tam giác hoàn hảo và là lời thề của chúng ta." Triết gia thuộc trường phát tân Plato là Iamblichus (khoảng 250-325 sau CN) đã nói cho chúng ta biết lời thề của người theo thuyết Pythagoras là:

Hình 1

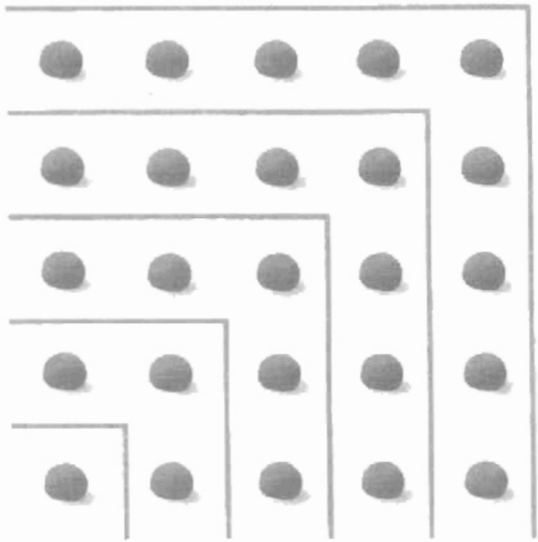
Tôi thề trên sự khám phá ra Tetraktys,
Nguồn gốc của mọi hiểu biết của chúng ta,
Cội nguồn bất diệt của nguồn sống của Tự nhiên.

Tại sao Tetraktys lại được coi trọng đến như thế? Bởi dưới con mắt của những người theo học thuyết Pythagoras vào thế kỷ 6 trước Công nguyên, có vẻ như nó đã phác hoạ ra toàn bộ bản chất của vũ trụ. Trong hình học - nền tảng mở ra một thời kỳ cách mạng mới về tư tưởng của người Hy Lạp - số 1 được đại diện bởi một điểm •, 2 đại diện bởi một đoạn thẳng •—•, 3 - một mặt phẳng  và 4 - một khối tứ diện ba chiều . Như vậy, Tetraktys dường như đã bao gồm tất cả các chiều cảm nhận được của không gian.

Nhưng đấy mới chỉ là bước đầu. Tetraktys còn xuất hiện đầy bất ngờ trong cách tiếp cận khoa học với âm nhạc. Pythagoras và những người theo ông được coi là đã có công phát hiện rằng nếu chia một dây đàn theo các số nguyên liên tiếp thì sẽ tạo ra các quãng âm du dương - một hiện tượng thường thấy khi biểu diễn bởi một tứ tấu dây. Khi hai dây tương tự nhau được gảy đồng thời thì âm thanh tạo ra sẽ rất dễ nghe nếu như độ dài của các dây theo các tỉ lệ tối giản. Chẳng hạn nếu hai dây có độ dài bằng nhau (tỉ lệ 1:1) sẽ tạo ra cùng một nốt nhạc; tỉ lệ 1:2 tạo ra một quãng tám; 2:3 tạo ra quãng năm hoàn hảo và 3:4 tạo ra quãng bốn. Như vậy, ngoài việc thâu tóm tất cả các thuộc tính về không gian, Tetraktys còn có thể được coi như biểu diễn các tỷ số toán học là nền tảng cho sự hòa hợp của thang âm. Sự kết hợp kỳ diệu của không gian và âm nhạc đã tạo ra cho những người theo học thuyết Pytagoras một biểu tượng mạnh mẽ và cho họ cảm thấy *harmonia* ("hòa hợp với nhau") của *kosmos* ("trật tự đẹp đẽ của vạn vật").

Thế trời nằm ở đâu trong tất cả những thứ đó? Pythagoras và những người đi theo ông đã đóng một vai trò mặc dù không phải là trọng yếu nhưng cũng không thể bỏ qua trong lịch sử của thiên văn học. Họ thuộc những người đầu tiên cho rằng Trái đất là hình cầu (có lẽ chủ yếu là do tính thẩm mỹ toán học cao của hình cầu). Họ cũng có thể là những người đầu tiên tuyên bố rằng các hành tinh, Mặt trời và Mặt trăng có chuyển động riêng độc lập từ tây sang đông, theo chiều ngược với chuyển động quay (biểu kiến) hàng ngày của mặt cầu các ngôi sao cố định. Các nhà quan sát say mê của bầu trời đêm không thể bỏ qua những thuộc tính rõ rệt nhất của các chòm sao - đó là hình dạng và số lượng. Mỗi chòm sao được nhận ra bởi số các ngôi sao hiện diện trong đó và hình dạng tạo bởi chúng. Nhưng hai đặc tính này lại chính là những yếu tố căn bản trong học thuyết Pythagoras về các con số, giống như là Tetraktys vậy. Những người đi theo Pythagoras vô cùng thích thú với sự phụ thuộc của các dạng hình học, các chòm sao và hòa âm vào các con số đến mức các con số trở những thanh viên gạch xây nên vũ trụ và đồng thời cũng là các nguyên lý nằm phía sau sự tồn tại của nó. Do vậy không có gì đáng ngạc nhiên khi câu châm ngôn của Pythagoras nhấn mạnh rằng "Vạn vật hợp với nhau về số."

Chúng ta có thể tìm được bằng chứng cho thấy những người theo học thuyết Pythagoras coi trọng câu châm ngôn này như thế nào từ hai nhận xét của Aristotle. Một là trong tập hợp chuyên luận *Siêu hình*, ông nói: "Những người được gọi là theo học thuyết Pythagoras đã áp dụng chính họ vào toán học, và là những người đầu tiên phát triển khoa học này; và thông qua nghiên cứu nó, họ đã trở nên tin rằng các nguyên lý của nó là nguyên lý của vạn vật." Trong một đoạn khác, Aristotle mô tả một cách sinh động sự sùng kính các con số và vai trò đặc biệt của Tetraktys: "Eurytus [một học trò của Philolaus - một người theo học thuyết Pythagoras] đã định ra số nào tương ứng

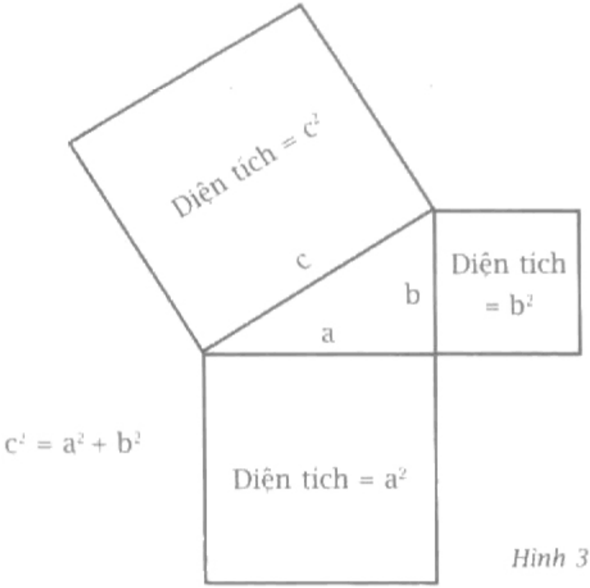


Hình 2

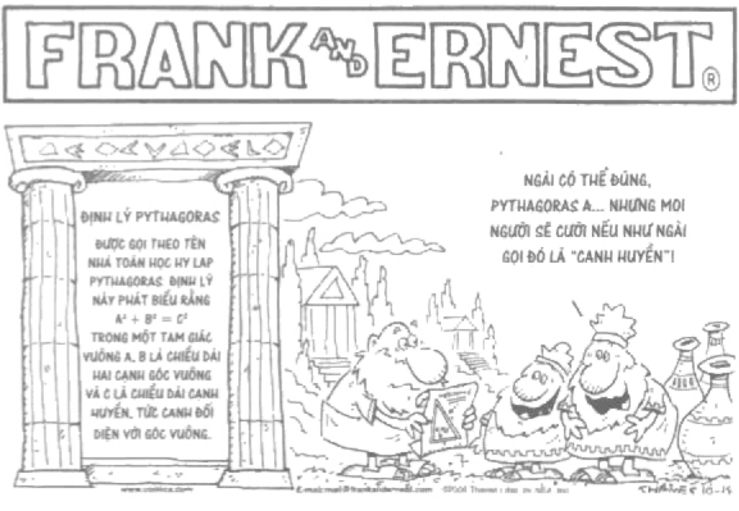
với vật gì (chẳng hạn như số này là của người, số kia là của ngựa) và mô phỏng hình dạng của các sinh vật bằng các viên sỏi *theo cách mà người ta biến các con số thành hình tam giác hay hình vuông.*" Câu "hình tam giác hay hình vuông" ám chỉ đến cả Tetraktys và một cấu trúc khác cũng lý thú không kém của những người theo học thuyết Pythagoras đó là *gnomon.*

Từ "*gnomon*" ("vật đánh dấu") có nguồn gốc từ tên một dụng cụ dùng để đo thời gian thiên văn của người Babylon, tương tự như đồng hồ Mặt trời. Dụng cụ này có khả năng là đã được người thầy của Pythagoras - nhà triết học tự nhiên Anaximander (khoảng 611-547 tr. CN) đưa về Hy Lạp. Không nghi ngờ gì nữa, người học trò đã bị ảnh hưởng bởi các ý tưởng của ông thầy về hình học và ứng dụng của chúng vào vũ trụ học - khoa học nghiên cứu tổng thể về vũ trụ. Sau này từ "gnomon" được dùng để gọi một dụng cụ vẽ các góc vuông tương tự như thước vuông của thợ mộc, hoặc là để chỉ một hình góc vuông mà khi thêm vào một hình vuông sẽ tạo ra một hình vuông lớn hơn (như hình 2). Chú ý rằng nếu bạn thêm vào một hình vuông, chẳng hạn như hình vuông 3×3, 7 viên sỏi tạo thành một góc vuông (một *gnomon*), bạn sẽ nhận được hình vuông có 16 (4×4) viên sỏi. Đây là biểu diễn bằng hình tính chất sau: trong chuỗi các số tự nhiên lẻ 1, 3, 5, 7, 9,..., tổng của một số bất kỳ các thành viên liên tiếp của chuỗi đó (bắt đầu từ 1) luôn cho kết quả là một số chính phương. Chẳng hạn, $1 = 1^2$; $1 + 3 = 4 = 2^2$; $1 + 3 + 5 = 9 = 3^2$; $1 + 3 + 5 + 7 = 16 = 4^2$; $1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25 = 5^2$;.... Những người theo Pythagoras coi mối quan hệ mật thiết giữa *gnomon* và hình vuông mà nó "ôm" như là một biểu tượng của tri thức nói chung, trong đó điều đang biết "ôm" lấy điều đã biết. Như vậy, các con số không chỉ bị giới hạn trong việc mô tả thế giới tự nhiên mà còn có thể được coi là gốc rễ của các quá trình tinh thần và tình cảm nữa.

Các con số chính phương gắn với các *gnomon* còn có thể được coi như là tiền thân của *định lý Pythagoras* nổi tiếng. Định lý toán học lừng danh này là đúng với mọi tam giác vuông (hình 3), diện tích hình vuông dựng trên cạnh huyền bằng tổng diện tích của hai hình vuông dựng trên hai cạnh góc vuông. Sự phát minh ra định lý này được "ghi lại" một cách hài hước trong cuốn truyện tranh nổi tiếng *Frank and Ernest* (hình 4). Như mô tả trong hình 2, việc thêm một số *gnomon* chính phương, $9 = 3^2$, vào một hình vuông 4×4 sẽ tạo ra hình vuông 5×5: $3^2 + 4^2 = 5^2$. Như vậy, các số 3, 4, 5 có thể biểu diễn chiều dài các cạnh của một tam giác vuông. Các số tự nhiên có tính chất


Diện tích = c^2
c
b
a
Diện tích = b^2
$c^2 = a^2 + b^2$
Diện tích = a^2

Hình 3


FRANK AND ERNEST®
ĐỊNH LÝ PYTHAGORAS
ĐƯỢC GỌI THEO TÊN NHÀ TOÁN HỌC HY LẠP PYTHAGORAS. ĐỊNH LÝ NÀY PHÁT BIỂU RẰNG $A^2 + B^2 = C^2$ TRONG MỘT TAM GIÁC VUÔNG A, B LÀ CHIỀU DÀI HAI CẠNH GÓC VUÔNG VÀ C LÀ CHIỀU DÀI CẠNH HUYỀN, TỨC CẠNH ĐỐI DIỆN VỚI GÓC VUÔNG.
NGÀI CÓ THỂ ĐÚNG, PYTHAGORAS À... NHƯNG MỌI NGƯỜI SẼ CƯỜI NẾU NHƯ NGÀI GỌI ĐÓ LÀ "CẠNH HUYỀN"!

Hình 4

này (chẳng hạn như 5, 12, 13; vì $5^2 + 12^2 = 13^2$) được gọi là các "bộ ba số Pythagoras."

Rất ít các định lý toán học được hưởng "sự thừa nhận tên tuổi" như định lý Pythagoras. Vào năm 1971, khi nước Cộng hòa Nicaragua đã lựa chọn "10 phương trình toán học đã làm thay đổi diện mạo của Trái Đất" như là chủ đề của một bộ tem, định lý Pythagoras đã xuất hiện trên con tem thứ hai (hình 5; còn con tem thứ nhất vẽ "1 + 1 = 2").

Vậy Pythagoras có phải thực sự là người đầu tiên phát biểu định lý nổi tiếng được cho là của ông hay không? Một vài nhà sử học Hy Lạp đầu tiên đã nghĩ chắc chắn là như vậy. Trong một bình luận về cuốn *Cơ sở* - một chuyên luận đồ sộ về hình học và lý thuyết số được viết bởi Euclid (325-265 trước CN) - nhà triết học Hy Lạp Proclus (411-85 sau CN) đã viết: "Nếu

Hình 5

chúng ta lắng nghe những người muốn tường thuật chi tiết về lịch sử cổ đại, chúng ta có thể tìm thấy một số người cho rằng định lý đó là của Pythagoras, và rằng ông đã hiến tế một con bò đực để tôn vinh khám phá này". Tuy nhiên, bộ ba số Pythagoras đã được phát hiện thấy trên tấm khắc hình nêm của người Babylon được gọi là tấm Plimton 322, thuộc triều đại Hammurabi (1900-1600 trước CN). Hơn nữa, các phép dựng hình dựa trên định lý Pythagoras cũng đã được tìm thấy ở Ấn Độ, có liên quan đến việc xây dựng các án thờ. Các phép dựng hình này được biết chắc chắn là thuộc tác giả của Satapatha Brahmana (sách chú giải về bản chép kinh sách của người Ấn cổ), có thể đã được viết ít nhất vào khoảng vài trăm năm trước Pythagoras. Nhưng dù cho Pythagoras có phải là người nghĩ ra định lý này hay không, thì có một điều chắc chắn là các mối liên hệ lặp đi lặp lại được phát hiện thấy giữa các con số, các hình và vũ trụ đã đưa những người theo Pythagoras một bước tới gần hơn một siêu hình học chi tiết về trật tự.

Một ý tưởng khác đóng vai trò trung tâm trong thế giới Pythagoras là về các *đối nghịch vũ trụ*. Vì hình mẫu những đối nghịch là nguyên lý nền tảng của truyền thống khoa học thuở sơ khai của người Ionia (người Hy Lạp ở Attica thế kỷ 10 trước CN - ND), nên thật là tự nhiên khi những người ủng hộ Pythagoras vốn bị ám ảnh bởi trật tự cũng thừa nhận nó. Trên thực tế, Aristotle đã cho ta biết rằng ngay cả một bác sỹ tên là Alcmaeon, sống ở Croton cùng lúc với Pythagoras lập ra trường phái nổi tiếng của mình ở đó, cũng tán đồng với quan điểm cho rằng tất cả mọi thứ đều cân bằng theo cặp. Cặp đối nghịch cơ bản là *giới hạn*, biểu thị bởi các số lẻ, và *không giới hạn*, biểu thị bởi các số chẵn. Giới hạn đưa trật tự và hài hòa vào thế giới hoang dã và hỗn loạn của không giới hạn. Cả sự phức hợp của vũ trụ ở quy mô lớn lẫn sự phức tạp của cuộc sống con người ở quy mô nhỏ đều được cho là hàm chứa và bị điều khiển bởi một chuỗi những cặp đối nghịch, mà bằng cách này hay cách khác lại tương thích với nhau. Hệ thế giới đen-và-trắng này được tóm tắt thành một "bảng các đối nghịch" trong cuốn *Siêu hình học* của Aristotle:

Giới hạn	Không giới hạn
Lẻ	Chẵn
Một	Nhiều
Phải	Trái
Đực	Cái
Dừng	Chuyển động
Thẳng	Cong
Ánh sáng	Bóng tối
Thiện	Ác
Vuông	Chữ nhật

Triết học cơ bản biểu thị bởi bảng các đối nghịch không chỉ có ở người Hy Lạp cổ. Thuyết âm dương của người Trung Hoa, trong đó âm biểu thị cho tiêu cực và bóng tối, còn dương là yếu tố tươi sáng, cũng vẽ nên cùng một bức tranh đó. Những quan điểm không quá khác biệt cũng đã được đưa vào đạo Cơ đốc, thông qua khái niệm về thiên đường và địa ngục (và thậm chí vào cả những tuyên bố của Tổng thống Mỹ đại loại như "hoặc là bạn đứng về phía chúng tôi, hoặc là bạn về phe khủng bố"). Khái quát hơn, điều luôn luôn đúng là ý nghĩa của cuộc sống lại được soi rọi bởi cái chết, và ý nghĩa của tri thức lại được thấy rõ khi so sánh với sự ngu dốt.

Không phải tất cả các bài học của Pythagoras đều liên quan trực tiếp đến các con số. Phong cách sống của cộng đồng Pythagoras gắn bó chặt chẽ cũng dựa vào chủ nghĩa ăn chay, một niềm tin mạnh mẽ vào thuyết luân hồi - sự bất tử và hóa kiếp của linh hồn - và sự cấm đoán có phần bí ẩn về chuyện ăn đậu hạt. Người ta đã đưa ra một vài cách lý giải về chuyện cấm ăn đậu hạt này. Từ chuyện liên hệ đậu hạt với bộ phận sinh dục đến chuyện so sánh việc ăn đậu hạt giống như ăn một linh hồn sống. Cách lý giải sau có liên quan đến việc khi ăn đậu hạt thường trung tiện, như là một bằng chứng của một hơi thở đã bị dập tắt. Cuốn *Triết học cho người đần độn* đã tóm tắt học thuyết của Pythagoras như sau: "Mọi thứ đều được tạo bởi các con số, nên đừng có ăn các hạt đậu vì chúng sẽ sinh ra trong bạn một con số đấy".

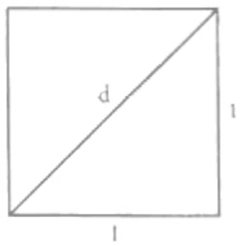
Câu chuyện được lưu truyền lâu đời nhất về Pythagoras có liên quan đến niềm tin vào sự đầu thai của linh hồn vào các sinh linh khác. Câu chuyện khá nên thơ này có nguồn gốc từ nhà thơ Xenophanes xứ Colophon vào thế kỷ thứ 6 trước công nguyên: "Họ kể rằng có lần ông ấy [Pythagoras] đi ngang qua một con chó đang bị đánh và thấy tội nghiệp nó nên nói, "Nào, dừng lại đi, và đừng đánh nó nữa; vì đó là linh hồn của một người bạn đấy. Tôi biết điều đó vì tôi nghe được nó nói mà".

Những dấu ấn không thể nhầm lẫn được của Pythagoras có thể được tìm thấy không chỉ trong những bài giảng của các nhà triết học Hy Lạp, nối nghiệp ngay sau ông, mà còn trong hầu hết các chương trình giảng dạy của các trường đại học thời trung cổ. Bảy môn học được dạy trong các trường đại học này được chia thành *tam khoa*, gồm có phép biện chứng, ngữ pháp và tu từ, và *tứ khoa*, gồm các chủ đề ưa thích của trường phái

Pythagoras - đó là hình học, số học, thiên văn học và âm nhạc. "Sự hài hòa của các thiên cầu" - thứ âm nhạc được cho là biểu diễn bởi các hành tinh trên quỹ đạo của chúng, mà theo các môn đệ của ông, thì chỉ Pythagoras mới có thể nghe thấy - đã gợi cảm hứng cho cho các nhà thơ cũng như các nhà khoa học. Nhà thiên văn học nổi tiếng Johannes Kepler (1571-1630), người đã khám phá ra các quy luật về chuyển động của các hành tinh, đã chọn nhan đề *Harmonice Mundi* (*Sự hài hòa của Thế giới*) cho một trong những tác phẩm có tầm ảnh hưởng lớn nhất của ông. Theo tinh thần Pythagoras, ông thậm chí còn phát triển những "giai điệu" nhỏ cho các hành tinh khác nhau (như nhà soạn nhạc Gustav Holst đã làm sau ông ba thế kỷ).

Xét từ khía cạnh các phương trình, là tiêu điểm của cuốn sách này, thì một khi chúng ta cởi bỏ lớp áo bí ẩn của triết học Pythagoras ra thì bộ khung con lại bên trong chỉ là một tuyên bố hùng hồn về toán học, bản chất của nó và mối liên hệ của nó với cả thế giới vật chất lẫn tinh thần của con người. Pythagoras và các môn đệ của ông chính là cha đẻ của những tìm kiếm trật tự của vũ trụ. Họ có thể được xem là những người sáng lập ra toán học thuần túy, trong đó, không giống như các bậc tiền bối của họ - là những người Babylon và Ai Cập - họ tham dự vào toán học như là một lĩnh vực trừu tượng, tách biệt hẳn với mọi mục đích thực tế. Câu hỏi liệu những người theo trường phái Pythagoras có cũng xác lập toán học là công cụ cho khoa học hay không là một câu hỏi tinh tế hơn. Trong khi những người theo trường phái Pythagoras nhất định gắn mọi hiện tượng với các con số, thì bản thân các con số - chứ không phải các hiện tượng hay nguyên nhân gây ra chúng - đã trở thành tiêu điểm nghiên cứu. Đây không phải là một hướng đi đặc biệt màu mỡ cho nghiên cứu khoa học. Nhưng, điều cơ bản đối với học thuyết Pythagoras là niềm tin tuyệt đối vào sự tồn tại của các quy luật tự nhiên, tổng quát. Niềm tin này, đã trở thành trụ cột của khoa học hiện đại, có thể đã bắt nguồn từ khái niệm Định mệnh trong tấn bi kịch Hy Lạp. Vào cuối thời kỳ Phục Hưng, niềm tin mạnh mẽ vào tính hiện thực của một nhóm các định luật có thể giải thích được mọi hiện tượng, vẫn tiếp tục tiến bộ khá xa trước khi có một bằng chứng cụ thể nào, và chỉ Galileo, Descartes, và Newton mới biến nó thành một định đề có thể biện minh dựa trên cơ sở quy nạp.

Một đóng góp chủ yếu khác của những người theo trường phái Pythagoras, đó là sự phát hiện một cách tỉnh táo rằng "tôn giáo số" của riêng họ, trên thực tế, thật đáng tiếc là không vận hành được. Các số nguyên 1, 2, 3,... là không đủ ngay cả để xây dựng toán học, chứ chưa nói gì đến việc mô tả vũ trụ. Hãy xét hình vuông ở hình 6, trong đó độ dài của một cạnh là 1 đơn vị và độ dài đường chéo biểu thị bằng d. Chúng ta có thể dễ dang tính được độ dài của đường chéo này bằng cách sử dụng định lý Pythagoras đối với một trong hai tam giác vuông do đường chéo đó chia đôi hình vuông. Theo định lý này thì bình phương đường chéo (cạnh huyền) bằng tổng bình phương hai cạnh: $d^2 = 1^2+1^2 = 2$. Một khi bạn đã biết bình phương của một số dương thì bạn có thể tính ra số đó bằng cách lấy căn bậc 2 (ví dụ như nếu $x^2 = 9$ thì $x = \sqrt{9} = 3$). Như vậy, $d^2 = 2$ tức là $d= \sqrt{2}$ đơn vị. Vậy tỷ số giữa độ dài của đường chéo với độ dài của cạnh hình vuông là $\sqrt{2}$. Tuy nhiên, ở đây đã xuất hiện một cú sốc thực sự - một phát hiện đã đánh đổ triết học số rời rạc của trường phái Pythagoras vốn được xây dựng một cách rất tỷ mỉ. Một trong những người theo trường phái Pythagoras (có



Hình 6

thể là Hippasus ở Metapontum, sống vào nửa đầu thế kỷ thứ 5 trước CN) đã chứng minh được rằng căn bậc hai của 2 không thể được biểu thị như là một tỷ số của hai số nguyên nào. Hay nói cách khác, ngay cả khi chúng ta có vô hạn các số nguyên để lựa chọn thì việc tìm ra hai số nguyên có tỷ số bằng $\sqrt{2}$ cũng thất bại ngay từ đầu. Các con số có thể được biểu thị bằng tỷ số của hai số nguyên (như 3/17, 2/5, 1/10, 6/1) đều được gọi là các *số hữu tỷ*. Nhưng người kế tục Pythagoras đã chứng minh được rằng $\sqrt{2}$ không phải là một số hữu tỷ. Trên thực tế, thì ngay sau phát hiện đầu tiên này, người ta thấy rằng cả $\sqrt{3}$, $\sqrt{17}$ hay căn bậc hai của một số bất kỳ không phải là các số chính phương (như 16 hay 25) cũng đều như vậy. Kết quả thật là ấn tượng - những người theo trường phái Pythagoras đã chứng tỏ được rằng ngoài vô hạn các số hữu tỷ ra, chúng ta buộc phải bổ sung thêm vô hạn các số mới - mà ngày nay chúng ta gọi là *số vô tỷ*. Khỏi phải nói về tầm quan trọng của khám phá này đối với sự phát triển tiếp sau của giải tích toán. Ngoài những thứ khác ra, phát hiện này đã dẫn đến việc thừa nhận sự tồn tại của vô hạn các số "đếm được" và "không đếm được" vào thế kỷ 19. Tuy nhiên, những người theo trường phái Pythagoras đã bị choáng váng bởi cuộc khủng hoảng về triết học này tới mức triết gia Iamblichus đã tuyên bố rằng người đã khám phá ra số vô tỷ và hé lộ bản chất của chúng với "những kẻ không xứng đáng được chia sẻ lý thuyết này" là "đáng căm ghét tới mức không chỉ bị loại khỏi cộng đồng [của những người theo trường phái Pythagoras] và cuộc sống mà thậm chí còn dựng cho y một tấm bia mộ với lý do người đồng đội trước đây [của họ] đã bị loại khỏi cuộc sống giữa loài người".

Có lẽ thậm chí còn quan trọng hơn cả sự khám phá ra số vô tỷ là sự kiên định của các học trò tiên phong của Pythagoras về chứng minh toán học - một quá trình hoàn toàn dựa trên lập luận lógic, theo đó xuất phát từ một số định đề, sự hợp thức của bất kỳ mệnh đề toán học nào cũng phải được xác lập một cách rõ ràng. Trước người Hy Lạp thì ngay cả các nhà toán học cũng không chờ đợi có một ai đó ít nhất cũng quan tâm đến những vật lộn trí óc dẫn họ tới một khám phá cụ thể nào đó. Nếu một công thức toán học vận dụng được trong thực tế - chẳng hạn như để phân chia các thửa đất - thì như vậy đã đủ là chứng minh rồi. Trái lại, người Hy Lạp còn muốn lý giải tại sao nó lại có thể làm được như vậy. Trong khi khái niệm chứng minh có lẽ lần đầu tiên được đưa ra bởi nhà triết học Thales ở Miletus (khoảng 625-547 trước CN), thì những môn đồ của Pythagoras lại chính là người đã biến thực tiễn đó trở thành một công cụ hoàn hảo để xác định các chân lý toán học. Tầm quan trọng của bước đột phá về lôgic này là vô cùng to lớn. Những chứng minh xuất phát từ các định đề ngay lập tức đã đặt toán học trên một nền tảng vững chắc hơn bất kỳ một lĩnh vực nào khác được các nhà triết học luận bàn thời đó. Một khi, một chứng minh chặt chẽ dựa trên các bước suy luận không có một sơ hở nào được công bố thì giá trị của phát biểu toán học có liên quan, về cơ bản, là không thể chối bỏ được. Ngay cả Arthur Conan Doyle, người đã tạo ra một thám tử lừng danh nhất thế giới, cũng đã nhận ra vị trí đặc biệt của chứng minh toán học. Trong tập truyện *Chiếc nhẫn tình cờ*, Sherlock Homes đã tuyên bố rằng kết luận của ông là "không thể sai lầm như nhiều mệnh đề của Euclid".

Về câu hỏi liệu toán học được khám phá ra hay phát minh ra, thì Pythagoras và các môn đệ của ông đều không hề hồ nghi - toán học là thực, không thể thay đổi được, nó có mặt ở khắp mọi nơi và siêu phàm hơn bất kỳ điều gì có thể hiểu được đột sinh trong trí tuệ mong manh của con người. Những người thuộc trường phái Pythagoras đúng là đã nhúng cả vũ trụ vào toán học. Trên thực tế, đối với những người thuộc trường phái Pythagoras thì Thượng đế không phải là một nhà toán học mà *toán học chính là Thượng đế*.

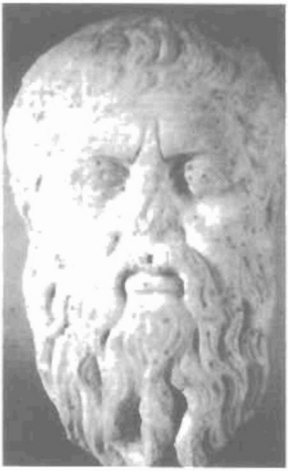
Tầm quan trọng của triết học Pythagoras không chỉ nằm ở giá trị nội tại thực sự của nó. Bằng việc dựng nên một sân khấu, và trong một chừng mực nào đó cả chương trình nữa, cho thế hệ các nhà triết học tiếp sau - đặc biệt là Plato - các môn đồ của Pythagoras đã xác lập được một vị trí thống trị trong tư tưởng của phương Tây.

Vào hang của Plato

Nhà toán học và triết học nổi tiếng người Anh Alfred North Whitehead (1861-1947) đã từng nhận xét rằng "sự khái quát hóa an toàn nhất có thể thực hiện về lịch sử triết học phương Tây là toàn bộ những chú giải của Plato".

Thực sự thì Plato (khoảng 428-347 trước CN) là người đầu tiên đã tập hợp các chủ đề rải rác từ toán học, khoa học, và ngôn ngữ đến tôn giáo, đạo đức và nghệ thuật lại và xử lý chúng một cách thống nhất, và điều này, về cơ bản, đã xác định triết học như là một môn học. Đối với Plato, triết học không phải là một môn học trừu tượng nào đó, tách biệt khỏi những hoạt động hàng ngày, mà là người hướng dẫn chủ chốt con người ta biết sống cuộc đời của mình như thế nào, biết nhận ra chân lý và vận hành hệ thống chính trị của mình. Đặc biệt, ông tuyên bố rằng triết học có thể giúp chúng ta tiếp cận lãnh địa của chân lý vốn ở quá xa những gì mà chúng ta có thể cảm nhận được một cách trực tiếp nhờ các giác quan của mình hay thậm chí suy luận theo lẽ phải thông thường đơn giản. Vậy ai sẽ là người tìm kiếm không ngừng nghỉ những tri thức thuần túy, những chân lý vĩnh cửu và cái thiện tuyệt đối?

Plato, con trai của Ariston và Perictione, được sinh ra tại Athens hoặc Aegina. Hình 7 là bức tượng đá La Mã của Plato, rất có thể đã được sao lại từ bản gốc trước kia của người Hy Lạp ở thế kỷ thứ 4 trước CN. Gia đình ông có dòng dõi xuất chúng ở cả hai bên nội ngoại, gồm có những nhân vật như Solon, một nhà làm luật danh tiếng, và Codrus, vị vua cuối cùng của Athens. Chú của Plato là Charmides và người em họ của mẹ ông là Critias đều là bạn của triết gia nổi tiếng Socrate (khoảng 470-399 trước CN) - một mối quan hệ, mà trên nhiều phương diện, đã có ảnh hưởng quan trọng và lâu dài đến sự phát triển trí tuệ của Plato. Ban đầu, Plato dự định tham chính, nhưng một loạt những hành vi bạo lực bởi các phe phái chính trị lôi cuốn ông một thời đã khiến ông nhận thức lại. Sau này, chính những thúc đẩy ban đầu bởi chính trị nay có lẽ đã khuyến khích Plato



Hình 7

vạch ra những cái mà ông cho là thiết yếu phải giáo dục cho những người bảo vệ tương lai của đất nước. Trong một trường hợp, ông thậm chí còn định (nhưng không thành công) giảng cho Dionysius II, người cai trị Syracuse.

Sau khi Socrates bị hành hình vào năm 399 trước CN, Plato đã dấn thân vào một chuyến du hành dài và chỉ kết thúc khi ông sáng lập ra trường học về triết học và khoa học nổi tiếng của mình - mang tên Viện hàn lâm (*Academy*) - vào khoảng năm 387 trước CN. Plato làm giám đốc (hay hiệu trưởng -*scholarch* - theo tiếng Hy Lạp) của Viện cho đến khi ông qua đời và người cháu của ông là Speusippus lên thay. Không giống như các Viện hàn lâm ngày nay, Viện hàn lâm này là một tập hợp không chính thức của các tri thức, những người theo đuổi những sở thích rất rộng và phong phú, dưới sự lãnh đạo của Plato. Không phải nộp học phí, không có chương trình giảng dạy bắt buộc và thậm chí còn không có cả các giảng viên chính thức. Tuy nhiên, trường lại có "yêu cầu đầu vào" khá khác thường. Theo một bài diễn văn đọc trước công chúng vào thế kỷ thứ 4 sau CN của hoàng đế Julian the Apostate, thì trước cửa Viện của Plato có treo tấm biển khá nặng. Trên tấm biển này có khắc một dòng chữ không được nói rõ trong bài diễn văn, song người ta lại tìm thấy nó trong một bản ghi chép khác ở thế kỷ thứ 4. Đó là dòng chữ: "Những người không biết hình học không được bước chân vào". Vì khoảng cách thời gian giữa lúc Viện được thành lập và bản ghi chép đầu tiên về câu khắc đó không dưới 8 thế kỷ nên chúng ta hoàn toàn không thể biết chắc chắn có thực sự tồn tại một câu khắc như thế hay không. Tuy nhiên, quan điểm được biểu thị bởi yêu cầu trong câu khắc đó đã phản ánh đúng quan điểm cá nhân của Plato, đó là một điều hoàn toàn không thể nghi ngờ. Ở một trong những tác phẩm đối thoại nổi tiếng của mình, *Gorgias*, Plato đã viết: "Sự cân bằng về hình học có tầm quan trọng rất to lớn giữa các thần và con người".

"Sinh viên" trong Viện nhìn chung là tự học và một vài người trong số họ - điển hình là Aristotle vĩ đại - đã ở đó đến 20 năm. Plato xem sự tiếp xúc trong một thời gian dài giữa những trí tuệ sáng tạo như là một phương tiện tốt nhất cho việc sản sinh ra những ý tưởng mới, với các chủ đề từ siêu hình học và toán học trừu tượng cho đến đạo đức và chính trị. Những tính cách thuần khiết và gần như thanh thiện của các học trò của Plato đã được khắc họa rất đẹp trong bức tranh có tên là *Trường học của Plato* của một họa sỹ tượng trưng người Bỉ Jean Delville (1867-1953). Để nhấn mạnh phẩm chất tinh thần của các học sinh này, Delville đã vẽ họ trong trạng thái khỏa thân, và họ có vẻ như lưỡng tính, vì điều đó được cho là trạng thái nguyên thủy của con người.

Tôi đã thất vọng khi biết rằng các nhà khảo cổ học đã không thể tìm thấy di tích nào của Viện hàn lâm của Plato. Trong một chuyến đi Hy Lạp vào hè năm 2007, tôi đã tìm kiếm thứ tuyệt vời thứ hai. Plato đã từng nhắc tới Cổng vòm của Zeus (một lối đi bộ có mái che được xây dựng vào thế kỷ thứ 5 trước CN) như là một nơi ưa thích để trò chuyện với bạn bè. Tôi đã tìm thấy đống đổ nát của cái cổng vòm này ở góc phía tây bắc của khu chợ cổ ở Athens (đây là trung tâm đô thị vào thời Plato; hình 8). Tôi phải nói rằng mặc dù nhiệt độ hôm đó lên tới 46 độ C, tôi vẫn cảm thấy gai người khi đi bộ trên cùng một con đường mà chắc có lẽ người đàn ông vĩ đại ấy đã từng bước qua hàng trăm, nếu không muốn nói là hàng ngàn lần.

Dòng chữ huyền thoại treo trên cửa Viện hàn lâm đã biểu thị một cách hùng hồn thái độ của Plato đối với toán học. Trên thực tế, hầu hết những nghiên cứu toán học quan trọng vào thế

Hình 8

kỷ 4 trước CN được thực hiện bởi những người bằng cách này hay cách khác đều có liên quan tới Viện của Plato. Nhưng bản thân Plato lại không phải là một nhà toán học tài tình về mặt kỹ thuật. Những đóng góp trực tiếp của ông đối với tri thức toán học có lẽ là rất tối thiểu. Song ông lại là người theo dõi rất nhiệt tình, một nguồn thách thức luôn thôi thúc, một nhà phê bình thông minh và một người lãnh đạo truyền cảm. Nhà triết học và sử học ở thế kỷ thứ nhất Philodemus đã vẽ nên một bức tranh thật rõ ràng: "Vào thời đó, người ta chứng kiến một sự tiến bộ vĩ đại trong toán học, với sự đóng góp của Plato như là một kiến trúc sư tổng thể, đặt ra vấn đề và các nhà toán học miệt mài nghiên cứu chúng". Nhà triết học và toán học Proclus thuộc trường phái Tân Plato (trường phái triết học phát triển ở Alexandria thế kỷ thứ 3 sau CN) bổ sung: "Plato... đã thúc đẩy mạnh mẽ sự tiến bộ của toán học nói chung và hình học nói riêng bởi nhiệt huyết của ông đối với những nghiên cứu này. Ai cũng biết rằng trong những tác phẩm của ông rải đầy những thuật ngữ toán học và ở đâu ông cũng khơi dậy niềm đam mê đối với toán học trong các học trò triết học". Nói cách khác, Plato, người mà tri thức toán học luôn được cập nhật một cách bao quát, có thể trò chuyện với các nhà toán học một cách ngang phân, người đặt ra vấn đề, mặc dù những thành tựu về toán học của cá nhân ông lại không đáng kể.

Một minh chứng ấn tượng khác về sự đánh giá của Plato đối với toán học đến từ cuốn sách có lẽ là hoàn thiện nhất của ông, cuốn *Nền cộng hòa*, một tập hợp dị thường về mỹ học, đạo đức, siêu hình học, và chính trị. Ở đó, trong cuốn VII, Plato (thông qua nhân vật trung tâm là Socrates) đã vạch ra một kế hoạch giáo dục đầy tham vọng được thiết kế nhằm đào tạo ra những nhà lãnh đạo đất nước không tưởng. Chương trình giảng dạy nghiêm khắc dù là có tính lý tưởng hóa này dự tính là sẽ đào tạo ngay từ khi còn là trẻ thơ được truyền đạt thông qua trò chơi, du lịch và thể thao. Sau khi lựa chọn những người tỏ ra có hứa hẹn, chương trình sẽ tiếp tục trong khoảng thời gian không dưới 10 năm với toán học, 5 năm học phép biện chứng, và 15 năm rèn luyện thực tế, bao gồm cả việc thực hiện mệnh lệnh trong thời gian chiến tranh và các nhiệm vụ khác "phù hợp với tuổi trẻ". Plato còn giải thích rõ ràng tại sao ông lại nghĩ đó là sự đào tạo cần thiết cho các chính trị gia tương lai:

> Như vậy, quyền lực chỉ được trao cho những người không đam mê quyền lực, bằng không, các đối thủ của họ sẽ lập tức khiêu chiến ngay... Song, vậy thì chúng ta phải yêu cầu ai đảm nhiệm việc chăm lo cho một thành phố đây, nếu như không phải là những người sành sỏi và biết cách làm thế nào để điều hành nó một cách tốt nhất, những người từng biết đến những vinh quang khác, từng trải nghiệm một cuộc sống khác hơn cuộc sống của một quan chức nhà nước.

Thật là mới mẻ, phải không? Trên thực tế, trong khi một chương trình đòi hỏi cao như vậy là phi thực tế ngay cả ở thời Plato, nhưng George Washington lại nhất trí rằng một học vấn về toán học và triết học không phải là một ý tưởng tồi đối với các nhà chính trị tương lai:

> Khoa học về các hình, ở một mức độ nhất định, không chỉ là tuyệt đối cần thiết trong mỗi bước đi của đời sống văn minh mà việc nghiên cứu các chân lý toán

> học còn tập cho trí não làm quen với phương pháp và sự đúng đắn trong lập luận, và là một việc làm đặc biệt xứng đáng với con người có lý trí. Trong trạng thái tồn tại còn mơ mịt, với rất nhiều thứ dường như không ổn định đối với việc nghiên cứu còn lúng túng, thì đây chính là nền tảng, là chỗ dựa của những khả năng lý trí. Từ nền tảng cao của những chứng minh toán học và triết học, chúng ta đã vô tình được dẫn tới những tư biện cao quý hơn và những suy tư siêu phàm hơn rất nhiều.

Đối với câu hỏi về bản chất của toán học, thì việc Plato là nhà triết học của toán học thậm chí còn quan trọng hơn cả việc Plato là nhà toán học hay là người thúc đẩy toán học. Những ý tưởng tiên phong đã đặt ông ở vị thế không chỉ cao hơn tất cả các nhà toán học và triết học ở thế hệ ông, mà còn xác định ông là một nhân vật có ảnh hưởng đến hàng thiên niên kỷ tiếp sau.

Quan điểm của Plato về toán học thực sự gợi đến câu chuyện ngụ ngôn về cái hang rất nổi tiếng của ông. Trong đó ông đã nhấn mạnh giá trị đáng ngờ của những thông tin có được từ những giác quan của con người. Những gì chúng ta cảm nhận là thế giới thực, Plato nói, cũng chẳng thực hơn những cái bóng được chiếu lên thành hang. Dưới đây là một đoạn đáng chú ý trong cuốn *Nền cộng hòa.*

> Hãy tưởng tượng những con người sống trong một địa đạo ngầm dưới đất giống như một cái hang, có một lối vào, rất dài, và rộng mở cho ánh sáng tràn vào khắp khoảng rộng của hang. Họ sống ở đó từ lúc nhỏ đến

> lưng với đôi chân và cổ bị cùm chặt khiến cho họ chỉ có thể nhìn về phía trước, và không thể ngoái đầu qua lại được. Ánh sáng đến với họ từ ngọn lửa đốt ở xa bên trên và ở phía sau họ. Giữa ngọn lửa và các tù nhân có một lối đi và bạn hãy tưởng tượng dọc theo lối đi đó có một bức tường thấp giống như tấm vách chắn ngăn cách người điều khiển các con rối và khán giả, và trên đó người ta trình diễn các con rối... Và bây giờ bạn hãy tưởng tượng người ta giơ cao dọc theo bức tường này các đồ vật, tượng người và các sinh vật khác làm bằng gỗ, đá và các loại vật liệu khác... Liệu bạn có tin rằng những tù nhân này, tự mình hoặc nhờ nhau, có thể nhìn thấy cái gì khác ngoài những cái bóng do ánh lửa ở phía sau họ chiếu lên vách hang đối diện?

Theo Plato, chúng ta, con người nói chung, không khác gì những tù nhân ở trong hang đó, những người cứ tưởng những cái bóng là thực. (Hình 9 là một bức tranh khắc của Jan Saenredam vẽ năm 1604 minh họa cho câu chuyện ngụ ngôn trên). Đặc biệt, Plato nhấn mạnh, các chân lý toán học không nhắm vào các đường tròn, tam giác và hình vuông có thể được vẽ trên giấy cói, hoặc vạch bằng một chiếc que trên cát, mà là những đối tượng trừu tượng sống trong một thế giới lý tưởng, là ngôi nhà của các hình dạng thực và hoàn hảo. Thế giới Platonic của các dạng toán học này khác biệt với thế giới vật chất, và chính trong thế giới đầu tiên này, các mệnh đề toán học, như định lý Pythagoras, là đúng. Tam giác vuông mà chúng ta vẽ trên giấy cũng chỉ là một bản sao không hoàn hảo - một bản sao gần đúng - của một tam giác thực, trừu tượng.

Hình 9

Một vấn đề cơ bản khác mà Plato đã nghiên cứu chi tiết có liên quan đến bản chất của chứng minh toán học như là một quá trình dựa trên các *định đề và tiên đề*. Các tiên đề là những điều khẳng định cơ bản mà sự đúng đắn của chúng được coi là hiển nhiên, không cần phải chứng minh. Chẳng hạn, tiên đề đầu tiên trong hình học Euclid là "giữa hai điểm bất kỳ có thể vẽ được một đường thẳng". Trong cuốn *Nền cộng hòa*, Plato đã kết hợp một cách đẹp đẽ khái niệm các định đề với ý niệm của ông về thế giới của các dạng toán học:

> Tôi nghĩ là các bạn biết rằng những người bận tâm với hình học và tính toán cùng những thứ tương tự, thường cho các [số] chẵn và lẻ, các hình, ba loại góc, và những thứ khác tương tự đều là hiển nhiên; khi giả sử những điều này đều đã biết, họ sẽ lấy chúng làm các giả thiết

> và từ đó họ không cảm thấy cần phải đưa ra bất kỳ giải thích nào liên quan đến chúng, dù là với chính họ hay bất kỳ ai khác; dựa trên chính những giả thiết này, họ ngay lập tức tiếp tục thực hiện phần còn lại của lập luận cho đến khi họ đạt đến, với sự tán thành chung, một kết luận cụ thể mà họ nhắm đến. Hơn nữa, bạn cũng biết rằng họ sử dụng các hình nhìn thấy được và tranh luận về chúng, nhưng khi làm như vậy họ không nghĩ về các hình này mà là về những thứ mà chúng biểu diễn; vì vậy, hình vuông tuyệt đối và đường kính tuyệt đối mới là đối tượng lập luận của họ, chứ không phải là cái đường kính mà họ vẽ... mục đích của người nghiên cứu là nhìn cái đối ứng tuyệt đối của nó mà ta *chỉ có thể nhìn thấy được bằng ý nghĩ* [tác giả nhấn mạnh].

Các quan điểm của Plato với tư cách là học thuyết Plato đã tạo nên cơ sở cho những điều đã trở nên quen thuộc trong triết học nói chung và trong những thảo luận về bản chất của toán học nói riêng. Học thuyết Plato theo nghĩa rộng nhất của nó là ủng hộ niềm tin vào những thực tại trừu tượng, vĩnh cửu, không thể thay đổi, hoàn toàn độc lập với thế giới nhất thời mà chúng ta cảm nhận được bằng các giác quan của mình. Theo học thuyết Plato, sự tồn tại thực của các đối tượng toán học cũng là một thực tế khách quan như sự tồn tại của chính bản thân vũ trụ vậy. Không chỉ là các số tự nhiên, các đường tròn, hình vuông tồn tại mà cả các số ảo, các hàm số, các hình fractal, các hình học phi Euclid, và các tập hợp vô hạn cũng như rất nhiều các định lý khác nhau về những thực thể đó. Nói gọn lại thì mỗi một khái niệm toán học hay một mệnh đề "đúng đắn một cách khách quan" (sẽ được định nghĩa sau) đã được phát biểu hoặc tưởng tượng ra, và cả một số vô hạn các khái niệm và mệnh đề vẫn còn chưa được phát hiện, chúng đều là những thực thể tuyệt đối, hoặc *phổ quát*, không thể tạo ra hay hủy bỏ được. Chúng tồn tại độc lập với chuyện chúng ta có hiểu biết về chúng hay không. Khỏi cần phải nói rằng các đối tượng này không phải là vật chất - chúng sống trong một thế giới tự lập của những thực thể phi thời gian. Học thuyết Plato xem các nhà toán học như là những nhà thám hiểm của những vùng đất lạ; họ chỉ có thể khám phá ra các chân lý toán học chứ không phát minh ra chúng. Giống như là châu Mỹ vẫn luôn ở đó trước khi Columbus (hay Leif Ericson) khám phá ra nó, các định lý toán học cũng tồn tại trong thế giới Platonic trước khi những người Babylon có những nghiên cứu đầu tiên về toán học. Đối với Plato, chỉ những dạng và những ý tưởng trừu tượng của toán học mới thực sự và trọn vẹn tồn tại, vì, như ông khẳng định, chỉ trong toán học, chúng ta mới có thể có được những tri thức tuyệt đối chính xác và khách quan. Chính vì vậy, trong tâm trí của Plato, toán học trở nên gắn bó gần gũi với thần thánh. Trong tác phẩm đối thoại *Timaeus*, đấng sáng tạo đã sử dụng toán học để nhào nặn nên thế giới, và trong cuốn *Nền cộng hòa*, tri thức về toán học được xem như là một bước cốt yếu trên con đường tiến tới sự hiểu biết về những dạng thần thánh. Plato không sử dụng toán học để phát biểu một số định luật của tự nhiên mà ta có thể kiểm chứng được bằng thực nghiệm. Đúng hơn, đối với ông, đặc tính toán học của thế giới đơn giản chỉ là một hệ quả của thực tế là "Thượng đế luôn hình học hóa".

Plato mở rộng ý niệm của mình về "các dạng thực" sang cả những lĩnh vực khác, đặc biệt là đối với thiên văn học. Ông luận giải rằng trong thiên văn học thực "chúng ta phải để mặc cho bầu trời" và đừng có cố gắng giải thích sự bố trí cũng như những chuyển động biểu kiến của những ngôi sao nhìn thấy được. Thay vì thế, Plato coi thiên văn học thực như là một môn khoa học nghiên cứu các quy luật chuyển động trong một thế giới toán học lý tưởng nào đó, mà đối với nó bầu trời quan sát được chỉ là một sự minh họa (cũng giống như các hình hình học được vẽ trên giấy cói cũng chỉ là để minh họa cho các hình thực).

Những đề nghị của Plato đối với việc nghiên cứu thiên văn học cũng được ngay cả một số người nhiệt thành nhất của học thuyết Plato coi là còn phải bàn cãi. Những người bảo vệ các ý kiến của ông thì cho rằng điều mà Plato thực sự muốn nói không phải là bản thân thiên văn học thực thụ phải có quan tâm tới một bầu trời lý tưởng nào đó, không liên quan gì đến bầu trời quan sát được, mà nó cần phải có quan hệ với những chuyển động thực của các thiên thể đối ngược với những chuyển động biểu kiến như được nhìn thấy từ Trái đất. Tuy nhiên, những người khác chỉ ra rằng, một sự bám theo quá sát câu châm ngôn của Plato sẽ làm cản trở sự phát triển của thiên văn học dựa vào quan sát với tư cách là một môn khoa học. Là sự diễn giải thái độ của Plato đối với thiên văn học như nó có thể, học thuyết Plato đã trở thành một trong những giáo điều hàng đầu khi nó chạm đến những nền tảng của toán học.

Nhưng thế giới Platonic của toán học liệu có thực sự tồn tại? Mà nếu có thì chính xác nó ở đâu? Và những phát biểu "đúng đắn một cách khách quan" sống trong thế giới này là những gì? Hay phải chăng các nhà toán học gia nhập trường phái Plato đơn giản chỉ là biểu thị cùng một thứ niềm tin lãng man mà người đời đã gán cho họa sĩ vĩ đại thời Phục Hưng Michelangelo? Theo truyền thuyết thì Michelangelo tin rằng những bức tượng tuyệt vời của ông thực sự đã tồn tại sẵn bên trong những khối đá hoa cương và nhiệm vụ của ông chỉ là làm cho chúng lộ ra mà thôi.

Những người theo học thuyết Plato hiện đại (vâng, họ vẫn thực sự tồn tại và quan điểm của họ sẽ được trình bày chi tiết hơn ở các chương sau) khăng khăng rằng thế giới Platonic của các dạng toán học là thực, và họ đã đưa ra những thứ mà họ coi như những ví dụ cụ thể về những phát biểu toán học đúng đắn một cách khách quan tồn tại trong thế giới đó.

Hãy xét mệnh đề dễ hiểu sau đây: mỗi một số nguyên chẵn lớn hơn 2 đều có thể viết thành tổng của hai số nguyên tố (là số chỉ chia hết cho 1 và chính nó). Phát biểu nghe có vẻ đơn giản này được gọi là giả thuyết Goldbach, vì một phỏng đoán tương đương xuất hiện trong một bức thư do nhà toán học nghiệp dư nước Phổ là Christian Goldbach (1690-1764) viết vào ngày 7 tháng 6 năm 1742. Bạn có thể dễ dàng kiểm tra lại tính đúng đắn của phỏng đoán này bằng một vài số chẵn đầu tiên: 4 = 2+2; 6 = 3+3; 8 = 3+5; 10 = 3+7; 12 = 5+7; 14 = 3+11 (hay 7+7); 16 = 5+11 (hay 3+13); và cứ tiếp tục như vậy. Phát biểu này đơn giản tới mức nhà toán học người Anh G. H. Hardy đã tuyên bố rằng "bất kỳ thằng ngốc nào cũng có thể phỏng đoán được như vậy". Thực tế, nhà triết học và toán học người Pháp René Descartes đã biết giả thuyết này còn trước cả Goldbach. Tuy nhiên, chứng minh giả thuyết này hóa ra lại là một vấn đề hoàn toàn khác. Năm 1966, nhà toán học người Trung Quốc Trần Cảnh Nhuận đã tiến được một bước lớn trong việc chứng minh nó. Ông đã tìm cách chứng minh rằng mọi số nguyên chẵn đủ lớn là tổng của hai số, trong đó một số là số nguyên tố còn số kia nhiều nhất là tích của hai số nguyên tố. Đến cuối năm 2005, nhà nghiên cứu Bồ Đào Nha Tomás Oliveira e Silva đã chứng minh phỏng đoán này là đúng với các số lên đến 3×10^{17} (ba trăm ngàn triệu triệu). Tuy nhiên, mặc dù có sự nỗ lực vô cùng to lớn của rất nhiều nhà toán học tài năng, song tại thời điểm viết cuốn sách này, người ta vẫn chưa có được một chứng minh tổng quát. Ngay cả sự cám dỗ của một phần thưởng trị giá 1 triệu đôla được đưa ra vào khoảng thời gian từ 20 tháng 3 năm 2000 đến 20 tháng 3 năm 2002 (nhằm quảng bá cho cuốn tiểu thuyết nhan đề *Cậu Petros và giả thuyết Goldbach*), cũng không mang lại kết quả mong đợi. Tuy nhiên ở đây, vấn đề nan giải là ý nghĩa của cụm từ "đúng đắn một cách khách quan" trong toán học. Giả sử rằng một chứng minh chặt chẽ sẽ thực sự được công bố vào năm 2016. Liệu chúng ta khi đó có thể nói rằng phát biểu này thực sự đã là đúng khi Descartes lần đầu tiên nghĩ về nó không? Hầu hết mọi người đều cho rằng câu hỏi này là ngu ngốc. Rõ ràng, nếu một mệnh đề được chứng minh là đúng thì nó vẫn *luôn luôn* đúng, ngay cả trước khi chúng ta biết là nó đúng. Hay, hãy xét một ví dụ có vẻ như ngớ ngẩn khác là *Giả thuyết Catalan*. Số 8 và số 9 là hai số nguyên liền nhau và cả đều tương đương với một số lũy thừa thuần, tức là $8 = 2^3$ và $9 = 3^2$. Vào năm 1844, nhà toán học người Bỉ Eugène Charles Catalan (1814 - 94) đã phỏng đoán rằng trong số tất cả các lũy thừa khả dĩ của các số nguyên thì chỉ có cặp duy nhất là hai số nguyên liên tiếp là 8 và 9 (trừ 0 và 1). Hay nói cách khác, bạn có thể dành cả đời mình để viết ra tất cả các số lũy thừa thuần có tồn tại. Ngoài 8 và 9 ra, bạn sẽ không tìm thấy hai số nào trong số các lũy thừa ấy khác nhau 1 đơn vị. Vào năm 1342, nhà toán học và triết học người Pháp gốc Do Thái là Levi Ben Gerson (1288-1344) đã thực sự chứng minh được một phần nhỏ của giả thuyết này - rằng 8 và 9 là những lũy thừa duy nhất của 2 và 3, hơn kém nhau 1 đơn vị. Một bước quan trọng được thực hiện bởi nhà toán học Robert Tijdeman vào năm 1976. Tuy nhiên, chứng minh tổng quát của giả thuyết Catalan đã làm bối rối những bộ óc toán học xuất chúng nhất trong suốt hơn 150 năm. Cuối cùng, vào ngày 18 tháng 4 năm 2002, nhà toán học người Rumani Preda Mihailescu đã đưa ra một chứng minh hoàn hảo cho giả thuyết này. Chứng minh của ông được công bố vào năm 2004 và giờ thì đã được chấp nhận hoàn toàn. Một lần nữa bạn có thể hỏi: Khi nào thì giả thuyết Catalan trở thành đúng đắn? Năm 1342, 1844, 1976, 2002 hay 2004? Lẽ nào còn chưa rõ ràng rằng phát biểu này là luôn luôn đúng, chỉ có điều là chúng ta không biết là nó đúng thôi? Đó là những loại chân lý mà những người theo Plato gọi là "đúng đắn một cách khách quan".

Một số nhà toán học, triết học, khoa học nhận thức và những "khách hàng" khác của toán học (chẳng hạn, các nhà khoa học về máy tính) đã xem thế giới Platonic như là thứ hư cấu của trí tưởng tượng của những đầu óc quá mơ mộng (tôi sẽ mô tả khía cạnh này và những thứ giao điều khác một cách chi tiết hơn ở phần sau của cuốn sách). Thực tế thì vào năm 1940, nhà sử học toán học nổi tiếng là Eric Temple Bell (1883-1960) đã đưa ra dự đoán dưới đây:

> Theo các nhà tiên tri, môn đồ cuối cùng của lý tưởng Platonic trong toán học sẽ gia nhập đội ngũ khủng long vào năm 2000 (*hàm ý tuyệt chủng -ND*). Lột bỏ tấm áo

> khoác hoang tưởng của chủ nghĩa vĩnh cửu, toán học sẽ trở lại bản chất như nó vốn có, một kiểu ngôn ngữ cơ cấu trúc nhân văn do con người tạo ra cho những mục đích xác định do chính họ đặt ra. Đền thờ cuối cùng của một chân lý tuyệt đối sẽ biến mất mà không có gì cất giữ ở bên trong nó.

Lời tiên tri của Bell đã được chứng minh là sai. Trong khi đã xuất hiện những giáo điều ngược lại hoàn toàn (nhưng đi theo những hướng khác) với học thuyết Plato, nhưng những giáo điều đó còn chưa chiếm được hoàn toàn khối óc (và cả trái tim nữa!) của tất cả các nhà toán học và triết học, những người ngày nay vẫn tiếp tục còn chia rẽ như bất cứ khi nào trước đây.

Tuy nhiên, cứ tạm giả sử rằng trường phái Platonic chiến thắng, và tất cả chúng ta đều trở thành những nhà Platonic toàn tâm. Liệu khi đó học thuyết Plato có thực sự giải thích được "tính hiệu quả đến phi lý" của toán học trong việc mô tả thế giới của chúng ta hay không? Không hẳn. Tại sao thực tại vật lý lại hành xử theo các quy luật có trong thế giới Platonic trừu tượng? Xét cho cùng thì đây là một trong những điều bí ẩn mà Penrose nêu ra, và chính bản thân Penrose cũng là một người theo trường phái Platonic nhiệt thành. Vì vậy trong lúc này, chúng ta phải chấp nhận một thực tế rằng ngay cả nếu chúng ta có toàn tâm đi theo các nhà Platonic thì câu đố về sức mạnh của toán học vẫn còn chưa thể giải được. Nói như Wigner, "Thật khó có thể tránh được ấn tượng rằng một điều thần kỳ đã đối diện với chúng ta ở đây, mà về bản chất đầy kinh ngạc của nó, có thể so sánh với sự thần kỳ mà trí óc của con người có thể xâu chuỗi hàng ngàn lập luận với nhau mà không mắc một mâu thuẫn nào".

Để đánh giá được đầy đủ tầm cỡ của sự thần kỳ này, chúng ta phải đào sâu vào cuộc sống và di sản của bản thân một số nhân vật thần kỳ - những bộ óc đứng phía sau các khám phá một số định luật toán học chính xác một cách đáng kinh ngạc của tự nhiên.

CHƯƠNG 3

CÁC NHÀ ẢO THUẬT: BẬC THẦY VÀ KẺ DỊ GIÁO

Không giống như 10 điều răn của Chúa, khoa học không được trao cho con người trên những phiến đá đồ sộ. Lịch sử khoa học là câu chuyện về sự thăng trầm của rất nhiều tư biện, giả thuyết và mô hình. Rất nhiều ý tưởng dường như rất thông minh lại hóa ra có sự khởi đầu sai lầm hoặc dẫn vào ngõ cụt. Một số học thuyết một thời được coi là bền vững như bọc thép nhưng sau đó thì tan rã khi được thử lửa bằng những thí nghiệm và quan sát, và cuối cùng trở thành hoàn toàn bỏ đi. Ngay cả trí lực phi thường của những người khởi xướng ra một số khái niệm cũng không thể làm cho những khái niệm đó thoát khỏi sự phế bỏ. Chẳng hạn như Aristotle vĩ đại đã nghĩ rằng đá, quả táo và những vật nặng khác rơi xuống là bởi vì chúng đi tìm vị trí tự nhiên của chúng, tức là ở tâm Trái đất. Khi chúng tiếp đất, Aristotle luận giải, các vật này sẽ tăng tốc bởi vì chúng sung sướng khi được về đến nhà. Trái lại, không khí (và cả lửa nữa), bốc lên trên là bởi vì vị trí tự nhiên của không khí là các mặt cầu trên trời. Tất cả các vật đều có thể được ấn định một bản chất dựa trên mối quan hệ cảm nhận được giữa chúng với những yếu tố cơ bản nhất là đất, lửa, không khí và nước. Theo lời Aristotle:

> Một số vật tồn tại là tự nhiên trong khi những vật khác là do những nguyên nhân khác. Những vật tự nhiên là... những vật thể đơn giản như đất, lửa, không khí và nước... tất cả chúng rõ ràng đều khác với những yếu tố phi tự nhiên, bởi vì mỗi thứ ở bên trong nó đều có một nguyên lý chuyển động và ổn định tại chỗ... Tự nhiên chính là một loại nguyên lý và nguyên nhân của chuyển động và ổn định bên trong các vật này... Những vật có liên quan đến tự nhiên bao gồm cả những vật đó và bất kỳ thứ gì thuộc về chúng, chẳng hạn như chuyển động đi lên thuộc về lửa.

Aristotle thậm chí còn thử phát biểu một định luật mang tính định lượng của chuyển động. Ông khẳng định rằng những vật nặng hơn thì rơi nhanh hơn, với tốc độ tỷ lệ thuận với khối lượng (tức là một vật nặng hơn vật khác 2 lần thì được cho là rơi xuống với tốc độ lớn gấp đôi).Trong khi kinh nghiệm hàng ngày có thể cho thấy quy luật này dường như là hợp lý - quả thật là một viên gạch được quan sát thấy là chạm đất nhanh hơn một chiếc lông chim rơi từ cùng một độ cao - thì Aristotle không bao giờ tiến hành kiểm nghiệm phát biểu định lượng của mình một cách chính xác hơn. Không hiểu sao mà ông không nghĩ ra hay là ông thấy là không cần thiết phải kiểm tra xem nếu buộc hai viên gạch vào nhau thì nó có rơi nhanh gấp hai lần một viên gạch hay không. Galileo Galilei (1564-1642), người có định hướng toán học và thực nghiệm hơn nhiều và cũng là người tỏ ra ít quan tâm tới viên gạch và quả táo rơi, lại là người đầu tiên chỉ ra rằng Aristotle đã hoàn toàn sai lầm. Dùng một thí nghiệm tưởng tượng thông minh, Galileo có thể chứng minh rằng định luật của Aristotle là không có ý nghĩa vì nó không nhất quán về mặt lôgic. Ông lập luận như sau: Giả sử bạn buộc hai vật vào nhau, một vật nặng hơn vật kia. Vậy hai vật sẽ rơi nhanh hơn bao nhiêu so với một trong hai thành phần của nó? Một mặt, theo định luật của Aristotle, bạn có thể kết luận rằng nó sẽ rơi với tốc độ trung gian vì vật nhẹ hơn sẽ rơi chậm hơn vật nặng. Nhưng mặt khác, căn cứ vào chỗ hai vật buộc lại với nhau sẽ nặng hơn hai vật thành phần của nó, và như vậy nó sẽ rơi nhanh hơn cả vật nặng hơn trong hai vật, dẫn đến một mâu thuẫn rất rõ ràng. Lý do duy nhất của việc một cái lông chim rơi xuống đất nhẹ nhàng hơn viên gạch là bởi vì lông chim chịu sức cản của không khí lớn hơn - nếu rơi ở cùng độ cao trong môi trường chân không, thì chiếc lông và viên gạch sẽ rơi xuống đất cùng một lúc. Thực tế này đã được chứng minh trong rất nhiều thí nghiệm, nhưng không có thí nghiệm nào ấn tượng như của David Randolph Scott - nhà du hành vũ trụ trên con tàu Apollo 15. Scott - người thứ bảy bước chân lên Mặt trăng - đã thả rơi đồng thời một cái búa từ tay này và một chiếc lông chim từ tay kia. Vì Mặt trăng rất ít khí quyển nên cái búa và lông chim chạm vào bề mặt của Mặt trăng cùng lúc.

Thực tế đáng kinh ngạc về định luật sai của Aristotle đối với chuyển động không phải là ở chỗ nó sai, mà là ở chỗ nó đã được chấp nhận trong suốt gần hai ngàn năm. Làm thế nào mà một ý tưởng sai lầm như vậy mà lại tồn tại lâu đến thế? Đây là một trường hợp kiểu "cơn bão hoàn hảo" - trong đó ba yếu tố khác nhau kết hợp lại để tạo nên một học thuyết không thể bác bỏ. Thứ nhất, có một thực tế đơn giản là trong điều kiện không có những phep đo chính xác, định luật của Aristotle dường như phù hợp với lẽ phải thông thường dựa trên kinh nghiệm - những mảnh giấy cói bay liệng lơ lửng trong khi những cục chì thì không. Phải có thiên tài của Galileo mới chỉ ra được lẽ phải thông thường cũng có thể sai lầm. Thứ hai, chính sức năng khổng lồ của danh tiếng và uy quyền của một học giả như Aristotle gần như là vô song. Xét cho cùng, đây là người đã đặt nền móng cho nền văn hóa trí thức phương Tây. Dù là nghiên cứu về tất cả các hiện tượng tự nhiên hay nền tảng vững chắc của đạo đức, siêu hình học, chính trị hay nghệ thuật, Aristotle đều viết thành sách. Và không chỉ có thế. Theo một nghĩa nào đó, Aristotle còn dạy cho chúng ta *cách* tư duy, bằng việc giới thiệu những nghiên cứu hình thức đầu tiên về lôgic. Ngày nay, hầu hết mọi đứa trẻ ở trường đều biết đến hệ thống tiên phong và thực sự hoàn chỉnh về suy luận lôgic của Aristotle, còn được gọi là *phép tam đoạn luận*:

1. Mỗi người Hy lạp là một con người.
2. Mỗi con người đều phải chết
3. Vì vậy mỗi người Hy Lạp đều phải chết.

Lý do thứ ba đối với sự tồn tại dài đến phi lý của lý thuyết sai lầm của Aristotle là ở chỗ nhà thờ Thiên chúa giáo đã chấp nhận lý thuyết này như là một bộ phận chính thống của nó. Điều này có tác dụng như là vật cản trở đối với hầu hết mọi cố gắng định xem xét lại những khẳng định của Aristotle.

Mặc dù có những đóng góp rất ấn tượng đối với việc hệ thống hoa lôgic suy diễn, song Aristotle lại không được ghi nhận là đã có cống hiến cho toán học. Có lẽ cũng hơi đáng ngạc nhiên là người đã xác lập về căn bản khoa học như là một hoạt động có tổ chức lại không quan tâm nhiều (và chắc chắn là không nhiều bằng Plato) đến toán học và thậm chí còn yếu về vật lý học. Mặc dù thậm chí Aristotle đã thừa nhận tầm quan trọng của các mối quan hệ về số và hình học trong khoa học, song ông vẫn xem toán học như là một môn học trừu tượng, tách biệt với thực tại vật lý. Kết quả là trong khi không ai nghi ngờ rằng ông là một nhà máy sản xuất năng lượng trí tuệ thì ông lại *không* nằm trong danh sách "các nhà ảo thuật" toán học của tôi.

Tôi sử dụng thuật ngữ "nhà ảo thuật" ở đây là để chỉ những người có thể lấy ra những con thỏ từ trong một cái mũ hoàn toàn trống rỗng; những người khám phá ra sự kết nối chưa từng được ai nghĩ tới giữa toán học và tự nhiên; những người có thể quan sát các hiện tượng tự nhiên phức tạp và chưng cất ra từ chúng những định luật toán học trong suốt như pha lê. Trong một số trường hợp, những nhà tư tưởng thượng thặng này thậm chí còn sử dụng những thí nghiệm và quan sát của mình để phát triển toán học của họ. Câu hỏi về tính hiệu quả đến phi lý của toán học trong việc giải thích tự nhiên sẽ không bao giờ được đặt ra nếu như không vì những nhà ảo thuật này. Câu đó này nảy sinh trực tiếp từ sự thấu thị phi thường của những nhà nghiên cứu này.

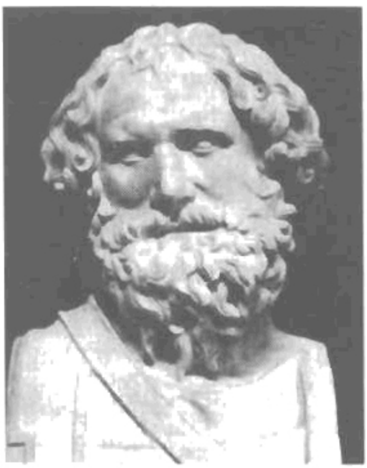
Không có một cuốn sách nào có thể đánh giá được hết tất cả các nhà khoa học và toán học xuất sắc, những người đã có những đóng góp to lớn vào sự hiểu biết của chúng ta về vũ trụ. Trong chương này và chương sau, tôi dự định sẽ chỉ tập trung vào bốn trong số những người khổng lồ đó của các thế kỷ trước, về những người mà vị thế nhà ảo thuật của họ là điều không thể nghi ngờ - đó là những gương mặt tinh hoa tột bậc của thế giới khoa học. Nhà ảo thuật đầu tiên trong danh sách của tôi được ghi nhớ nhất bởi một sự kiện phi thường - ông đã khỏa thân hoàn toàn nhảy bổ ra ngoài đường tại chính thành phố quê hương ông.

Hãy cho tôi một điểm tựa, tôi sẽ nâng bổng cả Trái đất

Khi nhà lịch sử toán học Eric Temple Bell phải quyết định ai là người đứng trong tốp ba nhà toán học đứng đầu, ông đã kết luận:

> Bất kỳ danh sách ba nhà toán học "vĩ đại nhất" nào trong toàn bộ lịch sử cũng đều phải có cái tên Archimedes. Hai người còn lại thường được gắn với ông, đó là Newton (1642-1727) và Gauss (1777-1855). Một số người, khi xem xét độ phong phú - hay nghèo nàn - tương đối về toán học và khoa học tự nhiên ở thời đại tương ứng mà các vĩ nhân này sinh sống và đánh giá thành tựu của họ trên cái nền chung của thời đại họ, cũng đều đặt Archimedes là người số một.

Archimedes (287-212 trước CN; hình 10 là tượng bán thân được cho là tạc Archimedes, nhưng thực tế rất có thể đó là tượng vua xứ Sparta) thực sự là Newton hay Gauss của thời đại ông; một con người lỗi lạc với trí tưởng tượng phong phú và sự hiểu biết sâu sắc tới mức những người cùng thời và cả những thế hệ sau ông đều thốt lên tên ông trong sự kinh sợ và sùng kính. Mặc dù được biết đến nhiều hơn nhờ những phát minh tài tình về kỹ thuật; song Archimedes, về bản chất, là một nhà toán học và trong toán học của ông thì ông đi trước thời đại của mình hàng thế kỷ. Không may là người ta ít biết về thời tuổi trẻ cũng như gia đình của ông. Tiểu sử đầu tiên của ông, được viết bởi một người trong dòng họ Heracleides, không còn lưu giữ được và vài chi tiết mà chúng ta biết về cuộc đời ông và cái chết thảm khốc của ông về cơ bản là từ các tác phẩm của nhà sử học La Mã Plutarch. Thực ra thì Plutarch (khoảng 46 - 120 sau CN) lại quan tâm nhiều hơn đến những chiến tích của viên tướng La mã Marcellus, người đã chiếm được thành Syracuse, thành phố quê hương của Archimedes vào năm 212 trước CN. Thật may mắn cho lịch sử toán học, Archimedes đã khiến cho Marcellus phải đau đầu trong suốt thời gian bao vây thành Syracuse, khiến cho ba nhà sử học quan trọng về thời đó là Plutarch, Polybius và Livy, không thể bỏ qua ông.



Hình 10

Archimedes sinh ra tại Syracuse, khi đó là thuộc địa của Hy Lạp ở Sicily. Theo sự xác nhận của chính Archimedes thì ông là con trai của nhà thiên văn học Phidias, ít được biết đến ngoại trừ việc ông đã xác định được tỷ số đường kính của Mặt trời và Mặt trăng. Archimedes hình như cũng có họ hàng gì đó với Vua Hieron II, và bản thân ông vua này là con ngoài giá thú của một người đàn ông quý tộc (với một trong những nữ nô lệ của mình). Bất kể mối quan hệ giữa Archimedes với gia đình hoàng gia là thế nào đi nữa thì cả vua và con trai ông là Gelon đều luôn trọng vọng Archimedes. Khi còn trẻ, Archimedes sống một thời gian ở Alexandria, tại đây ông học toán trước khi trở về cuộc sống nghiên cứu rộng lớn hơn ở Syracuse.

Archimede thực sự là một nhà toán học của các nhà toán học. Theo Plutarch, ông coi "mọi thứ nghệ thuật hướng vào việc sử dụng và kiếm lời đều hèn hạ và bẩn thỉu, và ông chỉ cố gắng theo đuổi những điều mà, với vẻ đẹp và sự tuyệt vời của chúng, nằm ngoài mọi sự tiếp xúc với những nhu cầu thông thường của cuộc sống". Mối bận tâm của Archimedes với toán học trừu tượng và mức độ mà ông đốt cháy mình cho nó rõ ràng là vượt xa hơn rất nhiều nhiệt huyết thường được thể hiện của những người thực hành nó. Cũng theo Plutarch:

> Bị mê hoặc thường xuyên bởi một Nữ nhân ngư luôn đồng hành cùng với ông, ông quên cả ăn uống và xao lãng cả việc chăm sóc bản thân mình, và khi, mà điều này cũng thường xảy ra, bị buộc phải đi tắm và xức dầu thì ông vẫn tiếp tục vẽ các hình hình học trên đống tro hoặc dùng ngón tay vẽ trên chính cơ thể đang xức dầu của mình, chìm đắm trong trạng thái xuất thần và sự thực là làm nô lệ cho các nàng thơ.

Mặc cho sự coi thường của ông đối với toán học ứng dụng và tầm quan trọng nhỏ nhoi mà bản thân ông dành cho các ý tưởng kỹ thuật của mình, thì những sáng chế tài tình của Archimedes lại mang đến cho ông sự nổi tiếng còn hơn là thiên tài toán học của ông.

Huyền thoại nổi tiếng nhất về Archimedes đã làm nổi bật hơn nữa hình ảnh về một nhà toán học đãng trí điển hình. Câu chuyện vui này lần đầu tiên được kiến trúc sư La Mã Vitruvius kể vào thế kỷ 1 trước CN, và nó như thế này: Vua Hieron muốn cúng tiến một vòng hoa bằng vàng lên các vị thần bất tử. Khi vòng hoa được dâng lên nhà vua, nó nặng đúng bằng số vàng được cung cấp để chế tác ra nó. Tuy nhiên, nhà vua thì nghi ngờ rằng một lượng vàng đã bị thay thế bằng bạc với cân nặng tương đương. Không thể chứng minh được sự nghi ngờ của mình, nhà vua đã xin ý kiến bậc thầy của các nhà toán học là Archimedes. Truyền thuyết kể rằng, một hôm Archimedes bước vào bồn tắm trong khi vẫn còn đang đăm chiêu với vấn đề làm thế nào để vạch trần sự dối trá tiềm tàng với vòng hoa bằng vàng này. Tuy nhiên, khi ông dìm mình vào trong nước, ông nhận thấy cơ thể mình đã thay thế một thể tích nước nhất định - lượng nước đã trào ra bên ngoài thành bồn. Quá phấn khích, Archimedes đã nhảy ra khỏi bồn tắm và vừa trần truồng chạy ra ngoài đường phố vừa hét lên "*Eureka, eureka!*" (Tìm ra rồi, tìm ra rồi!)

Một tuyên bố nổi tiếng nữa của Archimedes, "Hãy cho tôi một điểm tựa, tôi sẽ nâng bổng cả Trái đất", ngày nay được tìm thấy trên hơn 150.000 trang web (với nhiều phiên bản khác nhau) bằng công cụ Google. Tuyên ngôn táo bạo này, nghe như lời quảng bá hình ảnh của một tập đoàn, đã được trích dẫn bởi

Thomas Jefferson, Mark Twain, và John F. Kenedy và nó thậm chí còn được đưa vào thơ của Lord Byron. Câu nói này rõ ràng là đỉnh điểm của những nghiên cứu của Archimedes về vấn đề di chuyển một vật nặng đã cho với một lực đã cho. Plutarch kể tiếp rằng khi Vua Hieron yêu cầu một minh chứng thực tiễn về khả năng của Archimedes nâng một vật nặng lớn bằng một lực nhỏ, Archimedes đã tìm được cách - sử dụng một ròng rọc kép - để hạ thủy một con tàu chất đầy hàng ra biển. Plutarch kể thêm đầy ngưỡng mộ rằng "ông đã kéo con tàu một cách nhẹ nhàng và an toàn như thể nó đang lướt trên mặt biển vậy" Có những dị bản thay đổi chút ít về cùng truyền thuyết này ở các nguồn khác nhau. Trong khi khó mà tin được Archimedes thực sự có thể di chuyển nguyên cả một con tàu bằng những thiết bị máy móc sẵn có ở thời đại ông, thì các truyền thuyết thường khẳng định gần như chắc chắn rằng ông đã chứng minh được một cách đầy ấn tượng về một sáng chế giúp ông có thể di chuyển những vật nặng.

Archimedes đã có rất nhiều những sáng chế khác cho thời bình, như máy bơm trục vít để đẩy nước lên cao và một cung thiên văn để minh họa cho chuyển động của các thiên thể, song ông trở nên nổi tiếng nhất ở thời cổ đại là nhờ vai trò của ông trong việc bảo vệ thành Syracuse trước quân La Mã.

Các cuộc chiến tranh luôn được các nhà sử học ngưỡng mộ. Chính vì vậy, những sự kiện liên quan đến cuộc vây hãm thành Syracuse của quân La Mã trong suốt những năm từ 214 đến 212 trước CN đã được ghi chép một cách hoang phí bởi rất nhiều nhà sử học. Tướng La Mã Marcus Claudius Marcellus (khoảng 268-208 trước CN), vào thời đó tiếng tăm nổi như cồn, đã dự đoán sẽ có một chiến thắng thần tốc. Nhưng rõ ràng là ông đã đánh giá sai sự ngoan cường của vua Hieron với sự hỗ trợ của một thiên tài kỹ thuật và toán học. Plutarch đã mô tả hết sức sinh động sức tàn phá mà các máy móc của Archimedes giáng vào quân La Mã:

> Ông [Archimedes] ngay lập tức bắn thẳng vào quân đổ bộ bằng tất cả các loại vũ khí phóng đạn, và những khối đá lớn rơi xuống với âm thanh khủng khiếp và dữ dội; không quân lính nào có thể trụ vững; họ bị đốn ngã chồng lên nhau, làm rối loạn cả hàng ngũ. Đồng thời, những cây sào lớn thọc ra từ các bức tường vươn tới các con tàu, làm đắm một số tàu bằng những vật nặng được thả xuống từ trên cao; những con tàu khác thì bị nhấc bổng lên không trung bằng một cánh tay sắt hay một cái mỏ giống như mỏ sếu, và tàu bị nhấc dựng đứng lên, mũi ở trên đuôi ở dưới, rồi bị thả cắm xuống đáy biển... Một con tàu thường bị nhấc lên một độ cao lớn (trông thật khủng khiếp), lắc qua lắc lại, và cứ đu đưa như thế cho đến khi toàn bộ thủy thủ đoàn văng hết ra ngoài, rồi toàn bộ chiều dài của con tàu va mạnh vào vách đá hoặc thả rơi xuống.

Nỗi sợ hãi những thiết bị của Archimedes trở nên khủng khiếp tới mức "nếu họ [lính La Mã] mà nhìn thấy một mẩu dây hay khúc gỗ thò ra phía trên tường là họ hét toáng lên "lại nữa kìa", để báo với nhau rằng Archimedes đang thiết đặt một cỗ máy nào đó chuẩn bị tấn công họ, và thế là họ quay lưng bỏ chạy". Ngay cả Marcellus cũng bị ấn tượng sâu sắc đến mức phải than phiền với đội ngũ kỹ sư quân sự của mình rằng: "Liệu chúng ta không thể chấm dứt trận chiến với những con quỷ

Briareus (con quái vật khổng lồ hàng trăm tay trong thần thoại Hy Lạp, là con trai của Uranus - Thần bầu trời và Gaia - Nữ thần đất), đang ngồi thoải mái trên bờ biển và chơi trò đánh đảo sấp ngửa với những con tàu của chúng ta, khiến chúng ta phải bối rối, và bằng vô số những máy phóng đạn dồn dập bắn vào chúng ta còn khủng khiếp hơn cả những con quái vật trăm tay khổng lồ trong thần thoại hay sao?".

Theo một truyền thuyết dân gian nổi tiếng khác xuất hiện lần đầu tiên trong các tác phẩm của nhà vật lý Hy Lạp vĩ đại Galen (khoảng 129-200 sau CN), thì Archimedes đã sử dụng một tập hợp các gương làm hội tụ ánh sáng Mặt trời để đốt cháy tàu của quân La Mã. Kiến trúc sư người Byzantine thế kỷ thứ 6 là Anthemius xứ Tralles và thậm chí một số nhà sử học thế kỷ 20 đều nhắc lại câu chuyện thần kỳ này, mặc dù tính khả thi thực sự của một kỳ công như vậy vẫn còn có chỗ đáng ngờ. Tuy nhiên, tập hợp các câu chuyện gần như thần thoại đã cung cấp cho chúng ta rất nhiều bằng chứng cùng với sự tôn kính rằng "con người thông thái ấy" đã truyền cảm hứng cho rất nhiều thế hệ sau đó.

Như tôi đã đề cập ở trên, bản thân Archimedes - được ca ngợi như một "Briareus hình học" - không coi mấy thứ đồ chơi chiến tranh của mình có ý nghĩa đặc biệt gì lắm; ông chủ yếu xem chúng chỉ như một trò tiêu khiển về hình học. Không may là thái độ hờ hững này cuối cùng lại khiến ông phải trả giá bằng chính mạng sống của mình. Khi quân La Mã cuối cùng cũng chiếm được thành Syracuse, Archimedes lúc đó còn đang quá bận rộn với việc vẽ những sơ đồ hình học của mình trên một cái khay đổ đầy cát, đến mức ông không nhận thấy sự nhộn nhạo của cuộc chiến đang diễn ra xung quanh. Theo một số bản ghi ghép thì khi một tên lính La Mã yêu cầu Archimedes phải theo anh ta tới gặp Marcellus, thì nhà hình học già đã giận dữ đáp lại: "Này anh kia, hãy tránh xa các hình vẽ của ta". Câu trả lời của ông đã khiến tên lính giận điên lên, tới mức bất tuân mệnh lệnh của chỉ huy, hắn đã rút gươm và đâm chết nhà toán học vĩ đại nhất thời cổ đại. Hình 11 được cho là bản sao (từ thế kỷ 18) của một bức tranh khảm được tìm thấy ở Herculaneum mô tả những giây phút cuối cùng trong cuộc đời của "bậc thầy".

Theo một nghĩa nào đó thì cái chết của Archimedes đã đánh dấu sự kết thúc của một kỷ nguyên sôi động phi thường trong lịch sử toán học. Như nhà toán học và triết học người Anh Alfred North Whitehead đã nhận xét:

> Cái chết của Archimedes trong tay của một tên lính La Mã là tượng trưng cho một sự thay đổi thế giới có tầm quan trọng bậc nhất. Người La Mã là một chủng tộc vĩ đại, song họ đã bị nguyền rủa bởi sự tuyệt diệt đang chờ. Họ không phải là những người mơ mộng đủ để đi đến những quan điểm mới, có thể giúp họ kiểm soát một cách cơ bản hơn các lực lượng của tự nhiên. Không người La Mã nào hy sinh cuộc đời mình chỉ vì anh ta đang quá chú tâm chiêm ngưỡng một sơ đồ toán học.

May mắn thay, trong khi các chi tiết về cuộc đời của Archimedes thì rất hiếm hoi nhưng nhiều (chứ không phải tất cả) những ghi chép phi thường của ông vẫn còn tồn tại. Archimedes có thói quen gửi các ghi chép về những khám phá toán học của mình cho một vài người bạn là nhà toán học hoặc những người mà ông kính trọng. Một danh sách độc nhất

Hình 11

những người có trao đổi thư từ với ông (ngoài những người khác ra) có nhà thiên văn học Conon ở Samos, nhà toán học Eratosthennes ở Cyrene, và hoàng tử Gelon. Sau cái chết của Conon, Archimedes đã gửi một số ghi chép cho người học trò của Conon là Dositheus ở Pelusium.

Các công trình của Archimedes bao trùm một phạm vi đáng kinh ngạc về toán học và vật lý học. Trong số những thành tựu của ông: đã đưa ra những phương pháp chung để tính diện tích của rất nhiều hình phẳng và thể tích của vùng không gian được giới hạn bởi tất cả các loại mặt cong khác nhau. Ví dụ như diện tích hình tròn, các đoạn của một parabol và của hình xoắn ốc và thể tích của các phần hình trụ, hình nón và các hình khác tạo bởi sự quay của các parabol, elíp và hyperbol. Ông cũng chứng tỏ được rằng giá trị của số π, tức tỷ số của chu vi một đường tròn và đường kính của nó, phải lớn hơn $3\,^{10}/_{71}$ và nhỏ hơn $3\,^{1}/_{7}$. Vào thời đại mà không có phương pháp nào hiện có để mô tả những con số cực lớn, ông đã phát minh ra một hệ thống cho phép không chỉ ghi lại mà còn tính toán được với các số có độ lớn bất kỳ. Trong vật lý học, Archimedes đã khám phá ra các quy luật chi phối các vật thể nổi, nhờ đó thiết lập ra một khoa học về thủy tĩnh. Ngoài ra, ông cũng đã xác định được trọng tâm của nhiều hình khối ba chiều và phát biểu những định luật cơ học của đòn bẩy. Trong thiên văn học, ông đã thực hiện những quan sát nhằm xác định khoảng thời gian của năm và khoảng cách giữa các hành tinh.

Các công trình của nhiều nhà toán học Hy Lạp thường được đặc trưng bởi tính độc đáo và sự chú ý đến tiểu tiết. Tuy nhiên, các phương pháp giải và suy luận của Archimedes thực sự đã đặt ông ở vị trí khác biệt so với tất cả các nhà khoa học cùng thời. Tôi sẽ trình bày dưới đây chỉ ba ví dụ tiêu biểu để các bạn phần nào được thưởng thức hương vị sáng tạo tài tình của Archimedes. Một ví dụ mà thoạt nhìn thì không khác gì một sự hiếu kỳ buồn cười, nhưng nếu xem xét kỹ hơn sẽ thấy chiều sâu trí tuệ đầy tò mò của ông. Hai ví dụ còn lại minh họa cho các phương pháp của Archimedes, chúng cho thấy tư tưởng đi trước thời đại của ông, khiến cho chúng ngay lập tức nâng Archimedes lên địa vị mà tôi gọi là "nhà ảo thuật".

Archimedes rõ ràng là bị hấp dẫn bởi những con số cực lớn. Nhưng những con số rất lớn thì lại rất cồng kềnh khi phải viết theo ký hiệu thông thường (bạn hãy thử viết một tấm séc cá nhân trị giá 8,4 nghìn tỷ đôla, đó là nợ quốc gia của Mỹ vào tháng 7 năm 2006, trong khoảng trống ở phần ghi số tiền thì sẽ thấy). Vì vậy, Archimedes đã phát minh một hệ thống cho phép ông biểu thị các số với 80.000 nghìn tỷ chữ số. Sau đó, ông đã sử dụng hệ thống này trong một chuyên luận với tựa đề *Người đếm cát*, để chứng tỏ rằng tổng số các hạt cát trong thế giới này không phải vô hạn.

Ngay cả phần giới thiệu về chuyên luận này cũng có tính chất soi sáng đến mức tôi sẽ trình bày lại một phần ở đây (toàn bộ đoạn này đã được gửi cho Gelon, con trai của Vua Hieron II).

> Tâu đức vua Gelon, có một số người nghĩ rằng số hạt cát là nhiều vô hạn; và ý của thần không phải chỉ là cát ở Syracuse và phần còn lại của Sicily mà là ở khắp mọi nơi có người ở cũng như không có người ở. Lại nữa, có những người, không xem nó là vô hạn song cho rằng không có số nào đã được đặt tên là đủ lớn tới mức vượt quá số lượng đó. Nhưng mặt khác, rõ ràng rằng họ, những người có quan điểm này, nếu họ có thể hình dung được khối lượng tạo bởi cát lớn như khối lượng Trái đất, bao gồm trong nó tất cả các đại dương và thung lũng chứa đầy cát cao bằng những ngọn núi cao nhất, thì họ sẽ còn đi xa hơn nhiều lần so với sự thừa nhận rằng bất kỳ con số nào vượt quá số lượng cát đó đều có thể biểu diễn được. Nhưng thần sẽ cố gắng chứng tỏ với bệ hạ bằng những chứng minh hình học, mà bệ hạ có thể dễ dàng theo dõi, rằng trong số các con số do thần đặt tên và được trình bày trong tác phẩm mà thần đã gửi cho Zeuxippus [một tác phẩm mà không may đã bị thất lạc], có một số con số không chỉ vượt quá khối lượng cát tương đương với số cát chứa

> đầy trên Trái đất như thần đã mô tả ở trên mà còn vượt cả khối lượng cát trong toàn vũ trụ. Giờ thì bệ hạ đã biết rằng "vũ trụ" là cái tên mà hầu hết các nhà thiên văn học dùng để đặt cho cái hình cầu mà trung tâm của nó là tâm Trái đất và bán kính của nó bằng khoảng cách từ tâm Mặt trời đến tâm Trái đất. Đây là cách giải thích thông thường mà chắc là bệ hạ đã được nghe từ các nhà thiên văn học. Nhưng Aristarchus ở Samos đã đưa ra một cuốn sách bao gồm một số giả thuyết, trong đó có những tiền đề đã dẫn đến kết quả là vũ trụ lớn hơn rất nhiều so với cái mà ngày nay chúng ta đang gọi. Giả thuyết của ông ấy cho rằng các ngôi sao là cố định và Mặt trời thì vẫn đứng yên, còn Trái đất thì quay xung quanh Mặt trời theo một đường tròn, mà Mặt trời nằm ở trung tâm của quỹ đạo tròn ấy.

Phần giới thiệu này ngay lập tức làm nổi bật hai điểm quan trọng: (1) Archimedes đã sẵn sàng nghi vấn ngay cả những niềm tin phổ biến nhất (như niềm tin có một lượng vô hạn các hạt cát), và (2) ông đã bày tỏ sự tôn trọng đối với học thuyết nhật tâm của nhà thiên văn Aristarchus (mà sau này trong chuyên luận, ông thực sự còn sửa lại một trong số các giả thuyết của Aristarchus). Trong vũ trụ của Aristarchus thì Trái đất và các hành tinh quay xung quanh Mặt trời đứng yên được đặt ở trung tâm (hãy nhớ rằng mô hình này đã được đưa ra trước Copernicus 1.800 năm!). Sau những nhận xét sơ bộ này, Archimedes bắt đầu nói đến vấn đề về số hạt cát, bằng một chuỗi các bước lôgic. Đầu tiên, ông ước lượng có bao nhiêu hạt cát đặt cạnh nhau trên đường kính của một hạt anh túc. Sau đó là bao nhiêu hạt anh túc trên bề rộng của ngón tay; bao nhiêu ngón tay trên một *stadium* (khoảng 185m); và cứ tiếp tục như vậy cho đến 10 tỷ *stadium*. Trong quá trình đó, ông đã phát minh ra một hệ thống các chỉ số và ký hiệu mà khi kết hợp với nhau, sẽ cho phép ông phân lớp các con số khổng lồ của mình. Vì Archimedes giả định rằng mặt cầu chứa các ngôi sao cố định lớn hơn dưới 10 triệu lần so với mặt cầu chứa quỹ đạo của Mặt trời (nhìn từ Trái đất), ông đã tính được số hạt trong một vũ trụ chứa đầy cát là ít hơn 10^{63} (một kèm theo 63 số 0 tiếp sau). Sau đó ông đã kết luận chuyên luận với những lời lẽ rất kính trọng đối với Gelon:

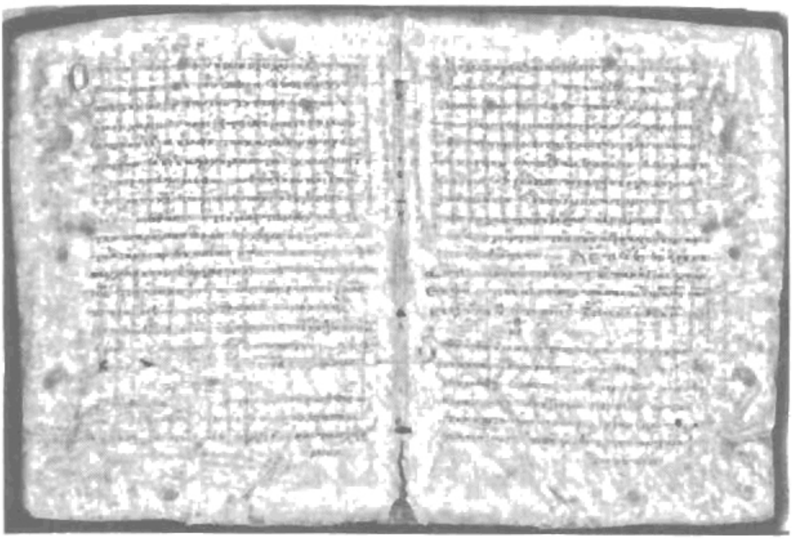
> Tâu đức vua Gelon, thần hiểu rằng những điều này có vẻ như không thể tin nổi đối với đa số những người không nghiên cứu toán học, song với những người đã thông thạo với điều đó và đã từng suy nghĩ về khoảng cách và kích thước của Trái đất và Mặt trời và Mặt trăng và cả vũ trụ thì chứng minh này là có sức thuyết phục. Và đó chính là lý do mà thần nghĩ rằng vấn đề này không phải là không thích hợp với sự suy xét của Người.

Vẻ đẹp của *Người đếm cát* nằm ở sự dễ dàng mà Archimedes lấy từ những đồ vật trong cuộc sống hàng ngày (hạt anh túc, cát, ngón tay) để trừu tượng hóa các con số và ký hiệu toán học, rồi sau đó từ chúng quay trở lại kích thước của hệ Mặt trời và cả vũ trụ. Rõ ràng là Archimedes đã sở hữu một sự linh hoạt về trí tuệ tới mức ông có thể dễ dàng áp dụng toán học của mình để khám phá ra những tính chất chưa biết của vũ trụ, và sử dụng những đặc tính của vũ trụ để phát triển những khái niệm số học.

Chuyện thứ hai về Archimedes khiến ông xứng đáng với danh hiệu "nhà ảo thuật" là phương pháp mà ông đã sử dụng để thu được rất nhiều định lý hình học xuất sắc. Người ta biết rất ít về phương pháp này cũng như quá trình tư duy của Archimedes nói chung cho đến tận thế kỷ 20. Cái phong cách cô đọng của ông đã để lại rất ít đầu mối. Sau đó, vào năm 1906, một khám phá hết sức ấn tượng đã mở ra một cửa sổ vào trí óc của thiên tài này. Câu chuyện về khám phá này đọc giống như một trong các tiểu thuyết về những bí ẩn lịch sử của tác giả và triết gia người Ý, tên là Umberto Eco, nên tôi cảm thấy buộc phải lạc đề một chút để nói về nó.

Bản viết trên tấm da cừu nạo của Archimedes

Vào thế kỷ thứ 10, một người sao chép bản thảo nặc danh ở Constantinople (nay là Istanbul) đã sao lại ba tác phẩm quan trọng của Archimedes: *Phương pháp*, *Stomachion* và *Về các vật thể nổi*. Rất có thể đây là phần được nhiều người quan tâm trong toán học Hy Lạp và được khơi mào mạnh mẽ bởi nhà toán học thế kỷ 9 Leo Nhà Hình học. Tuy nhiên, vào năm 1204, quân lính của cuộc Thập tự chinh thứ tư đã bị cám dỗ bởi lời hứa hỗ trợ tài chính cho việc cướp bóc thành Constantinople. Trong những năm tiếp theo, sự đam mê đối với toán học đã phai nhạt dần, trong khi sự ly khai giữa Giáo hội Cơ đốc và Giáo hội Chính thống giáo đã trở thành *sự đã rồi*. Vào trước năm 1229, bản thảo có chứa các tác phẩm của Archimedes phải trải qua một quá trình tái chế thê thảm - nó được tháo ra và tẩy rửa để có thể tái sử dụng các tấm da cho việc chép kinh thánh Thiên chúa. Viên thư ký Ioannes Myronas đã hoàn tất việc sao chép này vào ngày 14 tháng 4 năm 1229. May mắn thay, việc tẩy rửa các chữ viết đã không làm mất hoàn toàn văn bản gốc. Hình 12 cho thấy một trang từ bản thảo với các dòng ngang là kinh thánh và những chữ mờ mờ theo hàng dọc chính là các nội dung toán học. Đến thế kỷ 16, tấm da cừu - bản đã được tái chế - không hiểu bằng cách nào đã tới được Holy Land, một tu viện ở St. Sabas, phía đông Bethlehem. Vào đầu thế kỷ 19, thư viện của tu viện này đã có tới gần một ngàn bản thảo. Tuy nhiên, vì lý do nào đó không rõ, tấm da cừu chép tác phẩm của Archimedes lại một lần nữa chuyển đến Constantinople. Sau đó, vào những năm 1840, một học giả về kinh thánh nổi tiếng của Đức tên là Constantine Tischendorf (1815-74), người đã khám



Hình 12

phá ra một trong những bản Kinh thánh đầu tiên, đã đến thăm Nhà khách của tu viện Holy Sepulcher ở Constantinople (phân khu xứ đạo thuộc Giáo trưởng Hy Lạp ở Jerusalem) và đã thấy tấm da cừu này ở đó. Chắc có lẽ Tischendorf đã phát hiện ra văn bản toán học ở bên dưới còn nhìn thấy được một phần là khá hấp dẫn, vì ông đã xé trộm một trang từ bản thảo. Khi gia sản của Tischendorf được đem bán thì trang này đã được chuyển đến thư viện của Đại học Cambridge vào năm 1879.

Năm 1899, học giả Hy Lạp là A. Papadopoulos-Keramus đã sắp xếp lại tất cả các bản thảo ở Metochion, và bản thảo tác phẩm của Archimedes mang ký hiệu Ms. 355 trong danh mục của ông. Papadopoulos-Keramus đã đọc được một vài dòng trong văn bản toán học này, và có lẽ do nhận ra tầm quan trọng tiềm ẩn của nó, ông đã cho in mấy dòng này vào tập catalô của mình. Đây là một bước ngoặt trong câu chuyện truyền kỳ về bản thảo này. Các dòng về toán học ghi trong catalô đã thu hút sự chú ý của nhà triết học Đan Mạch Johan Ludvig Heiberg (1854-1928). Nhận ra văn bản này thuộc về Archimedes, Heiberg đã đến Istanbul vào năm 1906, nghiên cứu và chụp ảnh tấm da cừu, và một năm sau đã thông báo về khám phá gây chấn động của mình - hai chuyên luận chưa bao giờ được biết đến của Archimedes và một chuyên luận trước đây đã được biết đến nhưng chỉ từ bản dịch tiếng Latinh của nó. Thậm chí mặc dù Heiberg đã có thể đọc được và sau đó đã cho xuất bản các phần của bản thảo này trong cuốn sách của mình về các tác phẩm của Archimedes, song vẫn còn những lỗ hổng nghiêm trọng. Thật không may, sau năm 1908, bản thảo đã biến mất khỏi Istanbul trong những hoàn cảnh hết sức bí ẩn, và chỉ xuất hiện trở lại thuộc sở hữu của một gia đình ở Paris, người đã tuyên bố rằng đã có nó từ những năm 1920. Do được cất giữ không được tốt nên tấm da cừu đã bị hư hỏng nặng không thể khôi phục được và ba trang đã được Heiberg dịch trước đây đã bị mất hoàn toàn. Thêm vào đó, sau năm 1929, có ai đó đã vẽ bốn hình minh họa theo phong cách Byzantine trên 4 trang. Cuối cùng thì gia đình người Pháp giữ bản thảo đó đã gửi đến nhà Christie để bán đấu giá. Quyền sở hữu bản thảo này đã được đưa ra tranh cãi tại tòa án liên bang tại New York vào năm 1998. Phân khu xứ đạo thuộc Giáo trưởng chính thống Hy Lạp ở Jerusalem đã tuyên bố rằng bản thảo này đã bị đánh cắp vào những năm 1920 ở một trong các tu viện của nó, song quan tòa lại phán quyết phần thắng thuộc về nhà Christie's. Tấm da cừu sau cùng đã được đấu giá ở nhà Christie's vào ngày 29 tháng 10 năm 1998 với giá 2 triệu đôla bởi một người mua vô danh. Người chủ mới này đã gửi bản thảo của Archimedes vào Bảo tàng Nghệ thuật Walters ở Baltimore, nơi nó hiện vẫn đang được bảo quản nghiêm ngặt và nghiên cứu kỹ lưỡng. Các nhà khoa học về hình ảnh hiện đại có trong tay những công cụ mà những nhà nghiên cứu trước đó không thể có. Tia cực tím, kỹ thuật tạo hình đa phổ và thậm chí cả các tia X tụ tiêu (mà tấm da cừu đã được phơi sáng đối với loại tia này tại Trung tâm Máy gia tốc tuyến tính ở Stanford) đã thực sự giúp cho việc giải mã các phần của bản thảo mà trước đây chưa đọc được. Trong khi tôi viết cuốn sách này thì việc nghiên cứu tỷ mỉ bản thảo của Archimedes bằng các phương pháp khoa học vẫn còn đang tiếp tục. Tôi có cái may mắn được gặp gỡ với nhóm xử lý tấm da cừu và hình 13 chụp tôi đứng bên cạnh thiết bị thí nghiệm khi nó chiếu sáng một trang của tấm da cừu với những bước sóng khác nhau.

Câu chuyện đầy kịch tính xung quanh tấm da cừu chỉ là một tư liệu đem đến cho chúng ta một chút ý niệm chưa bao giờ biết tới về phương pháp của nhà hình học vĩ đại này.

Phương pháp

Khi đọc bất kỳ cuốn sách nào về hình học Hy Lạp, bạn không thể không ấn tượng bởi phương pháp tiết kiệm và chính xác mà các định lý được phát biểu và chứng minh hơn hai thiên niên kỷ trước. Tuy nhiên, điều mà những cuốn sách đó thường không làm là không cho bạn những gợi ý rõ ràng về chuyện những định lý đó đã được nghĩ ra như thế nào. Tác phẩm hiếm có *Phương pháp* của Archimedes phần nào đã lấp đầy khoảng trống hấp dẫn này - nó tiết lộ cho chúng ta biết bản thân Archimedes đã bị thuyết phục như thế nào bởi chân lý của một số định lý trước khi ông biết cách chứng minh chúng. Dưới đây là một phần những gì mà ông đã viết cho nhà toán học Eratosthenes ở Cyrene (khoảng 276-194 trước CN) trong phần giới thiệu như sau:

> Tôi sẽ gửi ông những chứng minh của các định lý đó trong cuốn sách này. Vì, như tôi đã nói, tôi biết rằng ông rất cần mẫn, một thầy giáo triết học tuyệt vời, và rất quan tâm đến bất kỳ nghiên cứu toán học nào mà ông gặp, nên tôi nghĩ sẽ là thích hợp nếu ghi lại và gửi trước đến ông cùng cuốn sách này một phương pháp đặc biệt, mà nhờ đó ông sẽ có thể nhận ra một số vấn đề toán học *với sự hỗ trợ của cơ học* [tác giả nhấn

Hình 13

mạnh]. Tôi tin rằng điều này sẽ không ít hữu dụng để tìm ra chứng minh cho các định lý này. Đối với một số điều thì trước hết nó trở nên rõ ràng với tôi nhờ phương pháp cơ học, rồi sau đó mới được chứng minh bằng hình học, bởi vì việc nghiên cứu những điều đó bằng phương pháp vừa nói không cung cấp cho ta một chứng minh thực sự nào. Vì việc đưa ra một chứng minh khi chúng ta đã có được từ trước một số hiểu biết về các vấn đề này, bằng phương pháp nói trên, sẽ là dễ hơn tìm kiếm nó mà không có một chút hiểu biết nào từ trước.

Archimedes ở đây đã chạm đến một trong những điểm quan trọng nhất trong nghiên cứu khoa học và toán học - thường thì việc khám phá những vấn đề hay định lý quan trọng sẽ khó khăn hơn là tìm lời giải cho những vấn đề đã biết hay tìm chứng minh cho những định lý đã biết. Vậy, làm thế nào mà Archimedes khám phá ra những định lý mới? Sử dụng những hiểu biết bậc thầy của mình về cơ học, về sự cân bằng và các nguyên lý đòn bẩy, ông đã cân trong đầu mình những hình khối hoặc các hình mà ông muốn tìm thể tích hay diện tích của chúng dựa trên những khối và hình mà ông đã biết. Sau khi bằng cách này xác định được đáp số cho những diện tích hay thể tích chưa biết, ông thấy rằng việc chứng minh bằng hình học sự đúng đắn của các đáp số đó sẽ dễ dàng hơn nhiều. Do vậy, cuốn *Phương pháp* bắt đầu với một số phát biểu về trọng tâm và chỉ sau đó mới trình bày đến các mệnh đề hình học và phần chứng minh những mệnh đề đó.

Phương pháp của Archimedes rất đặc biệt ở hai khía cạnh. Thứ nhất, về thực chất ông đã đưa khái niệm *thí nghiệm tưởng tượng* vào nghiên cứu khoa học chặt chẽ. Nhà vật lý thế kỷ 19 Hans Christian Ørsted lần đầu tiên đã gọi tên công cụ này - một thí nghiệm tưởng tượng được thực hiện thay cho một thí nghiệm thực - là *Gedankenexperiment* (tiếng Đức có nghĩa là "thí nghiệm được thực hiện trong ý nghĩ"). Trong vật lý học, lĩnh vực mà khái niệm này cực kỳ có hiệu quả, thì các thí nghiệm tưởng tượng được sử dụng hoặc là để cung cấp những hiểu biết sâu sắc trước khi thực hiện các thí nghiệm thực hoặc trong trường hợp mà các thí nghiệm thực không thể tiến hành được. Thứ hai, và cũng quan trọng hơn, là Archimedes đã giải phóng toán học khỏi những xiềng xích phần nào do chính con người tạo ra mà Euclid và Plato đã quàng vào nó. Với hai nhân vật lẫy lừng này thì có một và chỉ một cách để làm toán. Ban phải bắt đầu từ các tiên đề rồi tiến hành một chuỗi bất di bất dịch các bước lôgic, với sự sử dụng các công cụ được quy định chặt chẽ. Ngược lại, Archimedes với tâm hồn tự do đã đơn giản tận dụng mọi thứ vũ khí mà ông có thể nghĩ ra để phát biểu những bài toán mới và giải chúng. Ông không ngần ngại khám phá và khai thác những mối liên hệ giữa những đối tượng toán học trừu tượng (các dạng Platonic) và thực tại vật lý (các hình khối hoặc các vật thể phẳng) để phát triển toán học của mình.

Một minh họa cuối cùng nhằm củng cố thêm địa vị nhà ảo thuật của Archimedes đó là sự tiên liệu của ông về *phép tính vi tích phân* - một nhánh của toán học đã được phát triển một cách hình thức bởi Newton (và một cách độc lập bởi nhà toán học Đức Leibniz) chỉ mãi vào cuối thế kỷ 16.

Ý tưởng cơ bản nằm phía sau quá trình *tích phân* thực ra rất đơn giản (một khi nó đã được chỉ rõ!). Giả sử bạn cần tính diện tích một phần của hình elip. Bạn có thể chia vùng này thành nhiều hình chữ nhật có bề rộng như nhau rồi tính tổng diện tích của các hình chữ nhật đó (H.14). Rõ ràng là bạn sử dụng càng nhiều hình chữ nhật như vậy thì tổng thu được càng gần với diện tích thực của phần cần tính. Nói cách khác, diện tích chính xác của phần elip đúng bằng giới hạn mà tổng diện tích các hình chữ nhật này tiến tới khi số các hình chữ nhật

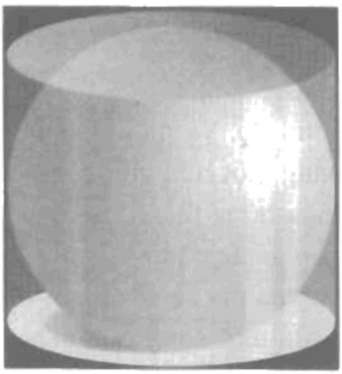
Hình 14

tăng lên vô hạn. Tìm giới hạn này được gọi là phép *tích phân*. Archimedes đã sử dụng một phiên bản của phương pháp mà tôi vừa mô tả để tính thể tích và diện tích bề mặt của các hình cầu, hình nón và cả các elipxoit và paraboloit (những hình khối nhận được khi quay các elip hoặc parabol quanh trục của chúng).

Trong *phép tính vi phân*, một trong những mục tiêu chính là tìm hệ số góc của đường thẳng tiếp tuyến với một đường cong tại một điểm đã cho, tức là đường thẳng này chỉ tiếp xúc với đường cong tại điểm đó mà thôi. Archimedes đã giải bài toán này cho trường hợp đặc biệt là một đường xoắn ốc, và bằng cách đó đã hé lộ công trình trong tương lai của Newton và Leibniz. Ngày nay, lĩnh vực vi tích phân và các nhánh con của nó đã tạo nên nền tảng mà trên đó người ta xây dựng hầu hết các mô hình toán học được sử dụng trong vật lý học, kỹ thuật, kinh tế học, hay động lực học các quần thể.

Archimedes đã làm thay đổi thế giới toán học và mối quan hệ rõ ràng của nó với vũ trụ một cách rất sâu sắc. Bằng việc thể hiện một sự kết hợp đáng kinh ngạc giữa các mối quan tâm lý thuyết và thực tiễn, ông đã cung cấp một bằng chứng kinh nghiệm đầu tiên, chứ không phải thần thoại, cho một thiết kế toán học rõ ràng của tự nhiên. Sự nhận thức xem toán học như là một ngôn ngữ của vũ trụ và do đó cả khái niệm Thượng đế như là một nhà toán học, đã được hình thành trong các tác phẩm của Archimedes. Song, có một điều mà Archimedes đã không làm - đó là ông chưa bao giờ bàn về những hạn chế của các mô hình toán học của ông khi ứng dụng vào các trường hợp thực tế. Chẳng hạn, trong những bàn luận lý thuyết của ông về đòn bẩy, ông đã giả định rằng chúng có độ cứng vô hạn và thanh đòn bẩy không có khối lượng. Như vậy, trong một chừng mực nào đó, ông đã mở ra cánh cửa để cứu sự giải thích có tính biểu kiến của các mô hình toán học. Đây là quan niệm cho rằng các mô hình toán học chỉ có thể biểu diễn những gì được quan sát bởi con người, chứ không phải là mô tả thực tại vật lý thực. Nhà toán học người Hy Lạp Geminus (khoảng 10 trước CN - 6 sau CN) là người đầu tiên bàn luận một cách khá chi tiết về sự khác nhau giữa lập mô hình toán học và những giải thích vật lý có liên quan đến sự chuyển động của các thiên thể. Ông phân biệt giữa các nhà thiên văn (hay toán học), những người mà theo ông chỉ đề xuất các mô hình nhằm *tái tạo* lại những chuyển động quan sát được trên bầu trời, và các nhà vật lý, là những người phải đi tìm *sự lý giải* cho những chuyển động thực. Sự phân biệt cụ thể này đã dẫn tới tình trạng khủng hoảng ghê gớm vào thời của Galileo và dưới đây tôi sẽ còn trở lại vấn đề này.

Có lẽ phần nào đáng ngạc nhiên là bản thân Archimedes lại cho rằng một trong những thành tựu ưa thích nhất của ông lại chính là việc khám phá ra thể tích của hình cầu nội tiếp trong một hình trụ (H.15) luôn bằng 2/3 thể tích của hình trụ. Ông



Hình 15

đã hài lòng với kết quả này đến mức yêu cầu khắc nó trên bia mộ của mình. 137 năm sau cái chết của Archimedes, nhà hùng biện nổi tiếng người La Mã Marcus Tullius Cicero (khoảng 106-43 trước CN) đã phát hiện ra ngôi mộ của nhà toán học vĩ đại. Dưới đây là đoạn mô tả khá cảm động của ông về sự kiện này:

> Khi tôi còn là một quan coi quốc khố ở Sicily, tôi đã thử tìm kiếm mộ của ông ấy [Archimedes]. Người Syracuse không biết gì về nó và thực sự không tin có một thứ như vậy tồn tại. Nhưng nó ở đây, hoàn toàn bị che phủ và ẩn kín dưới những bụi cây gai và mâm xôi. Tôi nhớ đã từng nghe một số câu thơ đơn giản khắc trên bia mộ ông, trong đó có nhắc đến một hình cầu và một hình trụ được làm thành mô hình bằng đá trên mộ ông. Và vì vậy tôi đã tìm rất kỹ tất cả những ngôi mộ nằm bên cạnh Cổng Agrigentine. Cuối cùng, tôi nhìn thấy có một cột nhỏ hơi nhô lên trên bụi cây: phần nhô lên đó là một hình cầu và một hình trụ. Tôi ngay lập tức nói với người dân Syracuse, một vài công dân quan trọng của họ đã ở bên tôi lúc đó, rằng tôi tin đây chính là thứ mà tôi đang tìm kiếm. Một số người mang liềm tới để phát quang toàn bộ khu vực và khi con đường dẫn đến lăng mộ đã thông thoáng, chúng tôi bước thẳng tới đó. Và mấy câu thơ vẫn còn nhìn rõ mặc dù khoảng một nửa mỗi dòng đã bị bào mòn. Vậy là một trong những thành phố nổi tiếng nhất của thế giới Hy Lạp, và cũng từng là một trung tâm kiến thức lớn thời xa xưa đó, sẽ vẫn hoàn toàn không biết gì về ngôi mộ của một công dân sáng chói nhất mà

> nó từng có, nếu như một người đến từ Arpinum (một thị trấn cổ La Mã, ngày nay là Arpino) không đến và phát hiện ra nó!

Cicero đã không quá lời khi mô tả sự vĩ đại của Archimedes. Thực tế, tôi đã rất thận trọng đặt danh xưng "nhà ảo thuật" cao đến mức mà sau vĩ nhân Archimedes, chúng ta phải vượt qua không dưới 18 thế kỷ mới gặp được một người có vị thế tương tự. Không giống như Archimedes, người đã tuyên bố rằng có thể nâng cả Trái đất lên, người khổng lồ này lại khẳng định rằng Trái đất đã thực sự chuyển động.

Học trò giỏi nhất của Archimedes

Galileo Galilei (H.16) sinh ra tại Pisa vào ngày 15 tháng 2 năm 1564. Cha của ông, Vincenzo, là một nhạc sỹ và mẹ ông, bà Giulia Ammannati, là một người ưa hài hước, nếu không muốn nói là một phụ nữ ít thân thiện, không bao giờ dung thứ sự ngu dốt. Năm 1581, Galileo đã theo lời khuyên của cha và ghi danh vào khoa nghệ thuật của trường Đại học Pisa để theo học ngành y. Tuy nhiên, sự thích thú của ông đối với ngành này đã tiêu tan ngay khi ông vào học, để ngả sang toán học. Vì vậy, trong suốt kỳ nghỉ hè năm 1583, Galileo đã nhờ nhà toán học ở Cung đình Tuscan là Ostilio Ricci (1540-1603), đến gặp cha ông để thuyết phục rằng số mệnh của Galileo là phải trở thành một nhà toán học. Vấn đề này sau đó đã thực sự được thu xếp nhanh chóng - chàng trai trẻ nhiệt tình đã hoàn toàn bị các tác phẩm của Archimedes bỏ bùa mê: "Những người đọc tác phẩm

Hình 16

của ông,", ông viết, "đều nhận thấy rõ ràng là tất cả những bộ óc khác đều tầm thường khi so sánh với Archimedes và hy vọng còn lại thật là nhỏ nhoi để có thể khám phá ra những điều tương tự như ông ấy đã làm". Vào lúc đó thì Galileo còn chưa biết rằng bản thân ông cũng sở hữu một trong số ít những bộ óc không hề thua kém gì so với bậc thầy người Hy Lạp này. Lấy cảm hứng từ câu chuyện huyền thoại về Archimedes và vòng hoa nguyệt quế của nhà vua, Galileo đã cho xuất bản vào năm 1586 một cuốn sách nhỏ có nhan đề *Chiếc cân nhỏ*, viết về một cái cân thủy tĩnh mà ông sáng chế ra. Sau này, ông còn nhắc đến Archimedes nhiều hơn trong một bài thuyết trình về văn học ở Viện Hàn lâm Florence, trong đó ông đã bàn đến một chủ đề khá khác thường - đó là vị trí và kích thước của địa ngục trong bản trường ca *Inferno* (*Địa ngục*) của Dante.

Năm 1589, Galileo được bổ nhiệm làm giáo sư toán học tại trường Đại học Pisa, một phần là do có sự giới thiệu từ

Christopher Clavius (1538-1612), một nhà toán học và thiên văn học đáng kính ở Rome, mà Galileo đã tới thăm vào năm 1587. Ngôi sao của nhà toán học trẻ tuổi lúc này mới thực sự bắt đầu đang lên. Galileo đã dành ba năm tiếp theo để sắp xếp những tư tưởng đầu tiên của ông thành lý thuyết về chuyển động. Những tiểu luận này, rõ ràng là được kích thích bởi những tác phẩm của Archimedes, là một hỗn hợp rất lôi cuốn của nhiều ý tưởng thú vị và cả những khẳng định sai lầm. Chẳng hạn, cùng với sự nhận thức có tính tiên phong rằng người ta có thể kiểm nghiệm các lý thuyết về các vật rơi bằng cách sử dụng một mặt phẳng nghiêng để làm chậm chuyển động lại, Galileo cũng đã phát biểu một cách không chính xác rằng khi các vật được thả rơi từ các ngọn tháp, "gỗ lúc đầu sẽ chuyển động nhanh hơn so với chì". Những thiên hướng và quá trình tư duy nói chung của Galileo trong suốt giai đoạn này của cuộc đời ông phần nào đã bị diễn giải không đúng bởi Vincenzo Viviani (1622-1703) - nhà viết tiểu sử đầu tiên của ông. Viviani đã dựng nên hình ảnh phổ biến về một nhà thực nghiệm cương nghị và tỉ mỉ, người đã có được những hiểu biết riêng, mới mẻ và rất sâu sắc từ những quan sát chi tiết các hiện tượng tự nhiên. Thực ra, cho đến tận năm 1592, khi chuyển tới Padua, thì định hướng và phương pháp luận của Galileo cơ bản thiên về toán học. Ông chủ yếu dựa vào những thí nghiệm tưởng tượng và những mô tả của Archimedes về thế giới thông qua các hình hình học tuân theo các định luật toán học. Phàn nàn chủ yếu của ông về Aristotle vào thời gian đó là ông này "không những không biết gì về những khám phá hình học sâu sắc và khó hiểu mà cả hầu hết những nguyên lý cơ bản của môn khoa học này". Galileo còn cho rằng Aristotle chỉ chủ yếu dựa vào những kinh nghiệm có được từ cảm giác, "vì thoạt nhìn chúng cho ta bóng dáng nào đó của sự thật". Thay vì thế, Galileo đề xuất "phải luôn luôn sử dụng suy luận chứ không phải là các ví dụ (vì chúng ta tìm kiếm nguyên nhân của các kết quả và điều này thì không thể khám phá bằng kinh nghiệm được)".

Cha của Galileo mất vào năm 1591, buộc chàng trai trẻ - lúc này phải chu cấp cho gia đình - phải chấp nhận sự bổ nhiệm ở Padua, nơi ông được trả mức lương cao gấp ba lần. Mười tám năm tiếp sau là những năm tháng hạnh phúc nhất trong cuộc đời Galileo. Ở Padua, ông cũng bắt đầu mối quan hệ lâu dài với Marina Gamba, người mà ông không bao giờ cưới, nhưng lại sinh cho ông ba người con - Virginia, Livia và Vincenzo.

Vào ngày 4 tháng 8 năm 1597, Galileo đã viết một bức thư riêng gửi nhà thiên văn vĩ đại người Đức Johannes Kepler, trong đó ông thú nhận rằng ông đã là người ủng hộ Copernicus "trong một thời gian dài", và nói thêm rằng ông đã thấy ở mô hình nhật tâm của Copernicus một con đường có thể giải thích được rất nhiều các sự kiện của tự nhiên mà không thể lý giải bằng các học thuyết hình học được. Tuy nhiên, ông đã than phiền về thực tế rằng Copernicus "dường như đã bị chế nhạo và la ó". Bức thư này đã đánh dấu sự khoét sâu thêm mối bất đồng giữa Galileo và vũ trụ học của Aristotle. Vật lý thiên văn hiện đại đã bắt đầu định hình.

Thiên sứ

Vào buổi tối ngày 9 tháng 10 năm 1604, các nhà thiên văn ở Verona, Rome và Padua đã giật mình khi phát hiện ra một ngôi sao mới rất nhanh chóng trở nên sang hơn tất cả các ngôi sao khác trên bầu trời. Nhà khí tượng học Jan Brunowski, một quan chức của triều đình ở Prague, cũng nhìn thấy nó vào tối ngày 10 tháng 10, và trong sự xúc động sâu sắc, ông đã ngay lập tức thông báo cho Kepler. Do bị những đám mây che khuất, nên Kepler đã không quan sát được ngôi sao đó cho đến tận ngày 17 tháng 10, nhưng ngay khi bắt đầu quan sát được, ông đã liên tục ghi chép lại những quan sát của mình trong khoảng thời gian 1 năm và cuối cùng ông đã cho xuất bản một cuốn sách về "ngôi sao mới" này vào năm 1606. Ngày nay, chúng ta biết rằng cảnh tượng trên bầu trời vào năm 1604 không phải đánh dấu sự ra đời của một ngôi sao mới, mà lại chính là cái chết bùng nổ của một ngôi sao cũ. Sự kiện này, ngày nay được gọi là *sao siêu mới Kepler*, đã gây xúc động mạnh ở Padua. Galileo đã cố gắng quan sát ngôi sao mới này bằng mắt thường vào cuối tháng 10 năm 1604, và suốt tháng 12 và tháng 1 sau đó, và ông đã có ba bài thuyết trình trước đông đảo công chúng về chủ đề này. Dựa vào kiến thức chứ không phải mê tín dị đoan, Galileo đã tuyên bố rằng việc không có bất kỳ sự dịch chuyển biểu kiến (*thị sai*) nào về vị trí của ngôi sao mới (đối với nền của những ngôi sao cố định) cho thấy ngôi sao mới này phải ở rất xa vùng Mặt trăng. Ý nghĩa của nhận xét này là vô cùng to lớn. Trong thế giới Aristotle, tất cả những thay đổi trên bầu trời bị hạn chế chỉ ở phía bên này của Mặt trăng, trong khi thiên cầu của các ngôi sao cố định ở xa hơn thì được cho là bất khả xâm phạm và không thể thay đổi.

Thực ra, sự phá vỡ thiên cầu không biến đổi đã bắt đầu vào năm 1572, khi nhà thiên văn người Đan Mạch Tycho Brahe (1546-1601) quan sát được một vụ nổ sao khác mà ngày nay được biết đến dưới cái tên *sao siêu mới Tycho*. Sự kiện năm 1604 đã đóng thêm một cái đinh nữa vào chiếc quan tài của vũ trụ Aristotle. Nhưng sự đột pha thực sự trong sự hiểu biết về vũ trụ lại không phải bắt nguồn từ lãnh địa của những tư biện lý thuyết hay từ những quan sát bằng mắt thường. Mà nó phần nào là kết cục của một thí nghiệm rất đơn giản với hai thấu kính, một lồi (tức thấu kính hội tụ) và một lõm (tức thấu kính phân kỳ) - được đặt cách nhau khoảng 13 insơ và khi đó các vật ở xa nhìn đột nhiên như có vẻ gần lại. Đến năm 1608, các kính thiên văn nhỏ này bắt đầu có mặt ở khắp châu Âu, và một người Hà Lan và hai người làm kính ở Flanders (một vùng phía Bắc của Bỉ) thậm chí còn nộp đơn xin được cấp bằng phát minh sáng chế. Tin đồn về cái dụng cụ kỳ diệu đã đến tai nhà thần học Paolo Sarpi ở Venise, người đã thông báo cho Galileo vào khoảng tháng 5 năm 1609. Lo lắng muốn xác nhận thông tin này, Sarpi cũng đã viết một bức thư cho một người bạn ở Paris, là ông Jacques Badovere, để hỏi xem các tin đồn đó có thật hay không. Theo sự xác nhận của chính ông, thì Galileo "ngay lập tức đã bị thôi thúc bởi mong muốn có được cái dụng cụ tuyệt vời đó". Sau này ông đã mô tả những sự kiện đó trong cuốn *Sứ giả sao*, xuất bản vào tháng 3 năm 1610:

> Khoảng 10 tháng trước, tôi nghe được tin nói rằng một người xứ Flanders đã chế tạo ra một kính thiên văn nhỏ mà nhờ nó những vật nhìn thấy được dù ở rất xa mắt người quan sát nhưng lại thấy rõ ràng như thể chúng ở gần ngay bên vậy. Về tác dụng thực sự đáng chú ý này, có liên quan với một số kinh nghiệm mà một số người rất tin trong khi những người khác lại

> phủ nhận. Một vài ngày sau, tin này đã được xác nhận với tôi trong một bức thư từ một nhà quý tộc Pháp ở Paris, ông Jacques Badovere, điều đó đã khiến bản thân tôi toàn tâm toàn ý để nghiên cứu các phương tiện mà nhờ đó tôi có thể đi đến phát minh ra một dụng cụ tương tự. Và chẳng bao lâu sau đó, tôi đã làm được, khi dựa vào lý thuyết khúc xạ.

Galileo ở đây đã chứng tỏ cùng một kiểu tư duy thực tiễn đầy tính sáng tạo vốn đặc trưng cho Archimedes - một khi ông đã biết rằng kính viễn vọng có thể được chế tạo, ông sẽ không mất nhiều thời gian để hình dung ra chính ông sẽ chế tạo nó như thế nào. Hơn nữa, vào khoảng thời gian giữa tháng 8 năm 1609 và tháng 3 năm 1610, Galileo đã sử dụng tài sáng tạo của mình để hoàn thiện kính viễn vọng của mình từ chỗ chỉ là một dụng cụ đưa các vật lại gần 8 lần thành một thiết bị có độ phóng đại lớn gấp 20 lần. Bản thân điều đó đã là một chiến công đáng kể về mặt kỹ thuật, song sự vĩ đại của Galileo không phải phát lộ ở những bí quyết thực hành mà là ở cái cách ông sử dụng chiếc ống làm tăng tầm nhìn đó của mình (cái ống mà ông gọi là *perspicillum* - tiếng La tinh có nghĩa là *kính*). Thay vì do thám các tàu ở ngoài xa đến từ cảng Venice, hay các nóc nhà ở Padua, Galileo đã hướng kính viễn vọng của mình lên bầu trời. Điều tiếp theo là một điều chưa từng có trong lịch sử khoa học. Như nhà lịch sử khoa học Noel Swerdlow đã viết "Trong khoảng 2 tháng, tháng 12 và tháng 1 [năm 1609 và 1610 tương ứng], ông đã có nhiều phát minh làm thay đổi thế giới hơn bất kỳ ai đã từng làm trước đó." Thực tế, năm 2009 đã được gọi là Năm quốc tế về thiên văn học để đánh dấu kỷ niệm 400 năm những quan sát đầu tiên của Galileo. Vậy Galileo thực sự đã làm được gì để trở thành một vị anh hùng khoa học ấn tượng đến như vậy? Dưới đây chỉ là một vài thành quả đáng kinh ngạc của ông với kính viễn vọng. Hướng kính viễn vọng của mình tới Mặt trăng và đặc biệt nghiên cứu đường phân cách giữa vùng tối và vùng được chiếu sáng của nó, Galileo đã phát hiện ra rằng thiên thể này có bề mặt gồ ghề, với những ngọn núi, các hố hình miệng núi lửa, và những vùng đồng bằng rộng lớn. Ông cũng đã quan sát những điểm sáng xuất hiện như thế nào ở vùng bị bao phủ bởi bóng tối, và những sáng điểm này rộng dần và loang ra tựa như ánh sáng Mặt trời đang mọc phủ lên những đỉnh núi như thế nào. Ông thậm chí còn sử dụng hình học chiếu sáng để xác định chiều cao của một ngọn núi, hóa ra lên đến hơn 4 dặm. Nhưng đấy chưa phải là tất cả. Galileo đã thấy rằng phần tối của Mặt trăng (ở pha trăng khuyết) cũng có phát sáng một cách yếu ớt, và ông kết luận rằng đó là do ánh sáng Mặt trời phản xạ từ Trái đất. Cũng như Trái đất được chiếu sáng bởi trăng rằm, Galileo khẳng định, bề mặt Mặt trăng cũng được tắm bởi ánh sáng phản xạ từ Trái đất.

Trong khi một số trong các phát minh này không phải hoàn toàn là mới song sức mạnh của những bằng chứng của Galileo đã nâng lý lẽ lên một cấp độ hoàn toàn mới. Cho đến thời đại của Galileo, có một sự phân biệt rạch ròi giữa đất và trời, hạ giới và thiên đường. Sự khác biệt này không chỉ về mặt khoa học hay triết học. Một tấm thảm lộng lẫy của huyền thoại, tôn giáo, thơ ca lãng mạn và cảm thụ thẩm mỹ đã được thêu dệt nên xung quanh sự khác biệt giữa trời và đất. Nhưng giờ Galileo lại nói đến điều được xem là hoàn toàn không thể tưởng tượng được. Ngược với lý thuyết của Aristotle, Galileo đã đặt Trái đất và một thiên thể (Mặt trăng) trong một mối quan hệ rất bình đẳng - cả hai đều có bề mặt rắn, gồ ghề, và cả hai đều phản xạ ánh sáng từ Mặt trời.

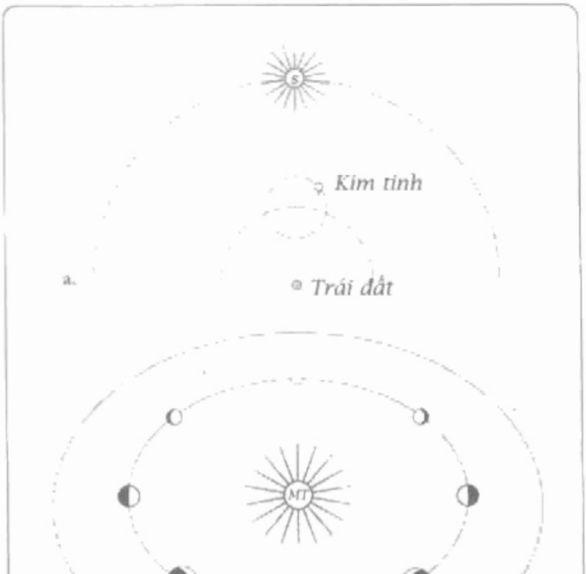
Còn đi xa hơn Mặt trăng, Galileo đã bắt đầu quan sát cả các hành tinh (*planet*)- cái tên được những người Hy Lạp dành cho "những kẻ lang thang" trên bầu trời đêm. Hướng kính viễn vọng của mình đến Mộc tinh vào ngày 7 tháng 1 năm 1610, ông đã kinh ngạc nhận ra ba ngôi sao mới nằm thẳng hàng cắt ngang qua hành tinh này, trong đó hai ngôi sao ở phía đông và một ở phía tây. Những ngôi sao mới này dường như thay đổi vị trí của chúng so với Mộc tinh vào những đêm tiếp sau. Vào ngày 13 tháng 1, ông lại thấy một ngôi sao thứ tư. Trong vòng một tuần kể từ khám phá đầu tiên, Galileo đã đi đến một kết luận thật bất ngờ - những ngôi sao mới này thực ra là vệ tinh quay xung quanh Mộc tinh, giống như Mặt trăng quay xung quanh Trái đất vậy.

Một trong những đặc trưng nổi bật của những cá nhân có ảnh hưởng quan trọng đối với lịch sử khoa học - đó là khả năng thấu hiểu ngay lập tức khám phá nào thực sự làm nên sự khác biệt. Một đặc điểm khác của nhiều nhà khoa học có ảnh hưởng là khả năng biến các khám phá trở nên có thể hiểu được với những người khác. Galileo là một bậc thầy trong cả hai lĩnh vực này. Lo ngại rằng có thể có ai đó khác cũng khám phá ra các vệ tinh của Mộc tinh, Galileo đã nhanh chóng công bố kết quả của mình và đến mùa xuân năm 1610, chuyên luận của ông có tên là *Sidereus Nuncius (Sứ giả sao)* đã xuất hiện ở Venice. Vào thời điểm đó trong cuộc đời, Galileo rất nhạy bén về chính trị, ông đã dành tặng cuốn sách này cho đại công tước Tuscany là Cosimo II de Medici, và ông đã đặt tên cho các vệ tinh này là

"Các ngôi sao nhà Medici". Sau hai năm lao động như khổ sai, Galileo đã xác định được chu kỳ của quỹ đạo - tức thời gian mà mỗi trong bốn vệ tinh này quay tròn một vòng xung quanh Mộc tinh - với sai số chỉ khoảng vài phút. *Sứ giả sao* chốc lát đã trở thành cuốn sách bán chạy nhất - năm trăm bản đầu tiên đã nhanh chóng bán hết - khiến Galileo nổi tiếng khắp châu lục.

Tầm quan trọng của việc khám phá ra các vệ tinh của Mộc tinh hoàn toàn không phải là nói quá lên. Đây không chỉ là những thiên thể đầu tiên được bổ sung vào hệ Mặt trời kể từ những khám phá của người Hy Lạp cổ đại, mà sự tồn tại của chúng còn xóa bỏ được một trong những chống đối nghiêm trọng nhất đối với học thuyết Copernicus. Những người theo trường phái Aristotle đã cãi lại rằng Trái đất không thể quay xung quanh Mặt trời, vì bản thân Trái đất đã có Mặt trăng quay xung quanh nó rồi. Làm sao mà vũ trụ lại có thể có hai tâm quay riêng rẽ, là Mặt trời và Trái đất? Khám phá của Galileo đã chứng minh một cách rõ ràng rằng một hành tinh có thể có các vệ tinh quay xung quanh nó trong khi bản thân hành tinh đó lại đi theo hành trình của riêng nó xung quanh Mặt trời.

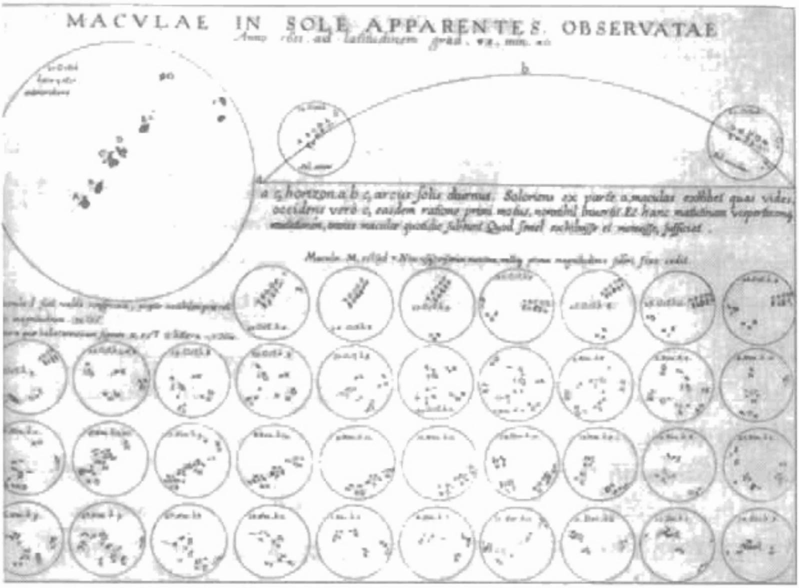
Một khám phá quan trọng khác mà Galileo đã thực hiện vào năm 1610, đó là các pha của Kim tinh. Trong thuyết địa tâm, Kim tinh được cho là di chuyển theo một vòng tròn nhỏ (một *ngoại luân*) chồng lên quỹ đạo của nó xung quanh Trái đất. Tâm của ngoại luân này được cho là luôn nằm trên đường nối giữa Trái đất và Mặt trời (như H. 17a; không vẽ theo tỷ lệ). Trong trường hợp này, khi được quan sát từ Trái đất, người ta sẽ thấy Kim tinh luôn xuất hiện dưới dạng lưỡi liềm với bề rộng hơi thay đổi. Trái lại, trong hệ thống Copernicus, hình dạng của Kim tinh thay đổi từ một đĩa sáng nhỏ, khi hành tinh này ở phía bên kia của Mặt trời (khi nhìn từ Trái đất), thành một chiếc đĩa lớn hầu như tối đen khi Kim tinh ở cùng một phía với Trái đất (H. 17b). Giữa hai vị trí đó, Kim tinh đi qua toàn bộ chuỗi các pha tương tự như Mặt trăng. Galileo đã trao đổi về sự khác biệt quan trọng này giữa các tiên đoán của hai học thuyết với một cựu sinh viên của mình là Benedetto Castelli (1578-1643), và ông đã tiến hành những quan sát quan trọng vào khoảng thời gian giữa tháng 10 và tháng 12 năm 1610. Phán quyết là hoàn toàn rõ ràng. Những quan sát đã khẳng định một cách thuyết phục tiên đoán của học thuyết Copernicus, và



Hình 17

do đó đã chứng minh được rằng Kim tinh thực sự quay xung quanh Mặt trời. Vào ngày 11 tháng 12, Galileo đã tinh nghịch gửi cho Kepler một câu sử dụng phép đảo chữ cái rất khó hiểu "*Haec immatura a me iam frusta leguntur oy*" ("Điều này đã được tôi thử quá sớm một cách vô ích"). Kepler đã thử giải mã lá thư bí ẩn này nhưng không thành công và cuối cùng đã bỏ cuộc. Trong bức thư tiếp theo vào ngày 1 tháng 1 năm 1611, Galileo cuối cùng đã đảo lại các chữ cái trong bức thư trước để đọc thành "*Cynthia figuras aemulatur mater amorum*" ("Mẹ đẻ của tình yêu [tức Venus - Kim tinh] ganh đua về hình dáng với Cynthia [Mặt trăng]").

Tất cả những khám phá mà tôi mô tả cho đến nay đều liên quan hoặc đến các hành tinh trong hệ Mặt trời - những thiên thể quay xung quanh Mặt trời và phản xạ ánh sáng của nó - hoặc là những vệ tinh quay quanh các hành tinh này. Galileo cũng có hai khám phá quan trọng khác liên quan đến các sao - những thiên thể mà tự chúng phát sáng, như Mặt trời, chẳng hạn. Trước hết, ông đã tiến hành quan sát chính Mặt trời. Trong quan niệm về thế giới của trường phái Aristotle, Mặt trời được cho là biểu tượng của sự hoàn hảo và bất biến vốn thuộc về thế giới bên kia. Hãy hình dung cú sốc gây ra bởi sự phát hiện thấy rằng bề mặt của Mặt trời còn xa mới là hoàn hảo. Nó có các khuyết tật và những vết tối xuất hiện rồi biến mất khi Mặt trời quay xung quanh trục của nó. Hình 18 cho thấy hình vẽ bằng tay các vết Mặt trời của Galileo mà một đồng nghiệp của ông là Federico Cesi (1585-1630) đã viết rằng chúng "tạo nên sự thích thú bởi cả sự kỳ diệu về quang cảnh lẫn sự chính xác của diễn tả". Thực ra thì Galileo không phải là người đầu tiên nhìn thấy các vết Mặt trời và cũng không phải là người đầu tiên viết về chúng. Đặc biệt, một cuốn sách nhỏ nhan đề *Ba bức thư về vết Mặt trời* được viết bởi một nhà khoa học đồng thời là một linh mục dòng Tên là Christopher Scheiner (1573-1650) đã khiến Galileo khó chịu đến mức khiến ông cảm thấy buộc phải công bố một câu trả lời thật rõ ràng. Scheiner lập luận rằng không thể có các vết ngay trên bề mặt của Mặt trời. Tuyên bố của ông ta một phần dựa trên thực tế là các vết này, theo ông ta, là quá tối (ông ta cho rằng chúng tối hơn cả các vùng tối trên Mặt trăng) và một phần dựa vào thực tế là chúng dường như không luôn luôn quay trở lại vị trí cũ. Bởi vậy Scheiner tin rằng chúng chính là những hành tinh nhỏ quay xung quanh Mặt trời. Trong cuốn *Lịch sử và những minh chứng có liên quan đến vết Mặt trời* của mình, Galileo đã bẻ gãy một cách hệ thống từng



Hình 18

lập luận một của Scheiner. Với một sự tỉ mỉ, sắc sảo và châm biếm, mà có thể khiến Oscar Wilde phải nhảy cẫng lên để tung hô, Galileo đã chứng minh rằng các vết thực tế là hoàn toàn không tối, và nó chỉ tối khi so sánh với bề mặt sáng chói của Mặt trời mà thôi. Thêm vào đó, tác phẩm của Galileo không để lại một chút nghi ngờ nào rằng các vết này ở ngay trên bề mặt của Mặt trời (tôi sẽ trở lại sự chứng minh về sự thật này của Galileo ở phần sau của chương này).

Những quan sát của Galileo về các sao khác thực sự là một việc làm liều lĩnh đầu tiên của con người vào vũ trụ nằm bên ngoài hệ Mặt trời của chúng ta. Không giống như kinh nghiệm của ông về Mặt trăng và các hành tinh, Galileo đã khám phá ra rằng kính viễn vọng của ông không phóng lớn được hình ảnh của các ngôi sao chút nào. Ngụ ý ở đây là rất rõ ràng - các ngôi sao còn ở xa hơn cả các hành tinh. Bản thân điều này thực sự là đáng kinh ngạc - song điều thực sự gây sửng sốt chính là *số lượng* các ngôi sao mới, mờ nhạt mà kính viễn vọng đã phát hiện ra. Chỉ trong một vùng nhỏ quanh chòm sao Thợ Săn (*Orion*), Galileo đã khám phá ra không dưới 500 ngôi sao mới. Khi Galileo xoay kính viễn vọng của mình ngang qua dải Ngân Hà - một vệt sáng mờ vắt ngang qua bầu trời đêm - ông còn thực sự kinh ngạc hơn nữa. Ngay cả dải sáng trông có vẻ trơn tru đó lại vỡ ra thành vô số các ngôi sao mà chưa ai từng được nhìn thấy trước đây. Vũ trụ đột nhiên trở nên to lớn hơn. Bằng những ngôn từ phần nào bình thản của một nhà khoa học, Galileo đã thông báo:

> Điều thứ ba mà chúng tôi quan sát được chính là bản chất của vật chất trong dải Ngân Hà, mà với sự hỗ trợ

> của kính viễn vọng, nó có thể được quan sát tốt tới mức tất cả những tranh cãi làm các nhà triết học phải bất bình trong nhiều thế hệ đã được xóa sạch bởi điều chắc chắn có thể nhìn thấy được, và nhờ thế, chúng ta đã được giải phóng khỏi những cuộc tranh cãi trên toàn thế giới. Đối với dải Ngân Hà thì không có gì khác ngoài một tập hợp vô số các ngôi sao được phân bố thành các đám. Và với bất kỳ vùng nào của bầu trời mà bạn hướng kính viễn vọng của mình tới, thì bạn cũng ngay lập tức quan sát thấy một số lượng khổng lồ các ngôi sao ở đó. Trong số đó có rất nhiều ngôi sao dường như khá lớn và rất rõ ràng, song vô số các ngôi sao nhỏ thì thực sự là không thể dò được hết.

Một vài người cùng thời với Galileo đã phản ứng một cách hứng khởi. Khám phá của ông đã kích thích trí tưởng tượng của các nhà khoa học và cả phi khoa học gần như trên khắp châu Âu. Một nhà thơ người Scotland là Thomas Seggett đã ca ngợi:

> *Columbus đưa đến cho con người những vùng đất*
> *để chinh phục bằng máu đỏ*
> *Galileo mang đến cho chúng ta những thế giới mới*
> *chẳng tổn hại đến ai.*
> *Điều gì tốt đẹp hơn?*

Ngài Henry Wotton, một nhà ngoại giao Anh ở Venice, đã cố gắng có được một bản cuốn *Sứ giả sao* vào ngày cuốn sách ra mắt. Ông ngay lập tức đã gửi nó đến Vua James I của nước Anh kèm theo một bức thư trong đó có đoạn sau:

> Tôi gửi kèm theo đây tới Bệ hạ một mẩu tin kỳ lạ nhất (vì tôi chỉ có thể gọi như vậy) mà Ngài chưa từng bao giờ nhận được từ chỗ của tôi; đó là một cuốn sách (đang truyền đi khắp nơi đúng ngày hôm nay) của một giáo sư toán học ở Padua, người mà nhờ sự trợ giúp của một dụng cụ quang học... đã khám phá ra bốn hành tinh mới quay xung quanh Mộc tinh, ngoài ra còn có rất nhiều những ngôi sao cố định còn chưa được biết khác.

Nhiều tập sách có thể đã được viết (mà thực sự là đã được viết) về tất cả những thành tựu của Galileo, nhưng những điều này nằm ngoài phạm vi của cuốn sách này. Ở đây, tôi chỉ muốn khảo sát tác dụng của một số khám phá sửng sốt này đến quan điểm về vũ trụ của Galileo. Đặc biệt là ông đã nhận thức được mối quan hệ nào, nếu có giữa toán học và vũ trụ rộng lớn đầy bí ẩn?

Cuốn sách vĩ đại của tự nhiên

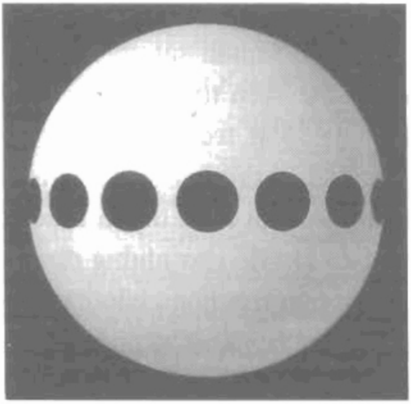
Nhà triết học khoa học Alexandre Koyre (1892-1964) từng nhận xét rằng cuộc cách mạng trong tư duy khoa học của Galileo có thể được chưng cất ra một yếu tố cơ bản: đó là khám phá ra rằng toán học là ngữ pháp của khoa học. Trong khi những người thuộc trường phái Aristotle hài lòng với sự mô tả định tính về tự nhiên, và để làm điều đó họ thậm chí còn viện đến uy tín của Aristotle, thì Galileo lại khẩn thiết thúc giục các nhà khoa học nên lắng nghe tự nhiên và chìa khóa để giải mã tiếng nói của vũ trụ là những quan hệ toán học và mô hình hình học. Sự khác biệt hoàn toàn giữa hai cách tiếp cận được minh họa bởi những bài viết của các thành viên xuất chúng của hai nhóm. Và đây là ý kiến của Giorgio Coresio thuộc trường phái Aristotle: "Vì vậy, chúng tôi kết luận rằng ông ta, cái người không muốn làm việc trong bóng tối ấy phải tham vấn Aristotle, người phiên dịch tuyệt vời của tự nhiên". Một môn đệ khác của Aristotle khác, triết gia Vincenzo di Grazia ở Pisa, còn nói thêm:

> Trước khi chúng ta xem xét đến những chứng minh của Galileo, dường như cần phải chứng minh họ còn ở cách chân lý bao xa, những người muốn chứng minh những sự thật tự nhiên bằng suy luận toán học mà trong số đó, nếu tôi không lầm, có Galileo. Tất cả các khoa học và nghệ thuật đều có những nguyên lý riêng và mục đích riêng, nhờ đó chúng chứng minh được những tính chất đặc biệt của đối tượng nghiên cứu của chúng. *Từ đó suy ra chúng ta không được phép sử dụng những nguyên lý của một khoa học này để chứng minh các tính chất của một khoa học khác* [nhấn mạnh của tác giả]. Do đó, bất kỳ ai nghĩ rằng anh ta có thể chứng minh các tính chất của tự nhiên bằng lập luận toán học thì quả là loạn trí, bởi hai thứ khoa học này là rất khác nhau. Nhà khoa học tự nhiên nghiên cứu những vật thể tự nhiên có chuyển động là trạng thái tự nhiên và hợp lý của chúng, nhưng các nhà toán học lại tách khỏi toàn bộ chuyển động ấy.

Ý tưởng về sự phân vùng khép kín các lĩnh vực khác nhau của khoa học này chính là kiểu quan niệm đã khiến Galileo rất bực tức. Trong bản thảo chuyên luận của ông về thủy tĩnh học, *Bàn về các vật thể nổi*, ông đã giới thiệu toán học như là một phương tiện đầy sức mạnh có thể giúp cho con người thực sự vén lên bức màn bí mật của tự nhiên:

> Tôi mong đợi một sự quở trách tồi tệ từ một trong những đối thủ của mình, và tôi gần như có thể nghe thấy tiếng anh ta la hét trong tai tôi rằng xử lý các vấn đề theo cách tự nhiên là một chuyện và làm điều đó theo cách toán học là chuyện hoàn toàn khác, và các nhà hình học hãy nên trung thành với trí tưởng tượng của mình, đừng nên can dự vào những vấn đề triết học nơi mà các kết luận hoàn toàn khác với các kết luận trong toán học. Nếu như thế thì chân lý không chỉ có một mà là hơn một; và hình học vào thời đại chúng ta lại là một chướng ngại vật đối với việc đạt được triết học thực thụ; và như thế có nghĩa là không thể là một nhà hình học và triết học cùng lúc, nên chúng ta phải suy ra một hệ quả tất yếu là bất kỳ ai biết hình học thì không thể biết vật lý học, và không thể bàn luận và xử lý những vấn đề thuộc về vật lý một cách triết học! Kết quả thật ngu ngốc chẳng kém gì chuyện một bác sĩ nọ, quá xúc động bởi cơn đau lá lách, đã nói rằng vị bác sĩ vĩ đại ở Acquapendente [ý muốn nói tới nhà giải phẫu người Ý Hieronymus Fabricius (1537-1619) ở Acquapendente], rất nổi tiếng về giải phẫu và phẫu thuật, nên tự hài lòng với con dao mổ và thuốc mỡ chứ đừng thử chữa trị bằng thuốc làm gì, vì kiến thức về phẫu thuật thì đối lập với thuốc và phá hủy nó.

Một ví dụ đơn giản về chuyện những thái độ khác nhau đó đối với các khám phá do quan sát có thể làm thay đổi hoàn toàn sự giải thích về các hiện tượng tự nhiên như thế nào - đó là khám phá ra các vết Mặt trời. Như tôi đã trình bày ở trên, nhà thiên văn kiêm tu sĩ dòng Tên Christopher Scheiner đã quan sát những vết này một cách thành thạo và kỹ lưỡng. Tuy nhiên, ông đã sai lầm khi để cho những định kiến của trường phái Aristotle về một bầu trời hoàn hảo đã nhuộm màu những suy xét của ông. Chính vì vậy, khi phát hiện ra rằng các vết này không quay trở lại vị trí và trật tự cũ, ông đã nhanh chóng tuyên bố rằng ông có thể "giải thoát Mặt trời khỏi những vết nhơ đó". Tiền đề về tính bất biến của bầu trời đã hạn chế trí tưởng tượng của ông và ngăn cản ông xem xét khả năng những vết này có thể thay đổi, thậm chí nằm ngoài sự nhận biết. Chính vì vậy, ông kết luận rằng các vết đó *phải* là các hành tinh quay xung quanh Mặt trời. Đường lối tiếp cận của Galileo đối với vấn đề về khoảng cách giữa các vết và bề mặt của Mặt trời là hoàn toàn khác. Ông nhận thấy có ba quan sát cần phải giải thích: một là các vết có vẻ như mảnh hơn khi chúng ở gần mép của đĩa Mặt trời so với khi chúng ở vùng trung tâm của đĩa. Thứ hai, khoảng cách giữa các vết dường như tăng lên khi chúng tiến gần đến trung tâm của đĩa. Và cuối cùng, các vết dường như di chuyển nhanh hơn khi ở gần trung tâm so với khi ở bên rìa đĩa. Chỉ bằng một phép dựng hình, Galileo đã chứng tỏ được rằng giả thuyết cho rằng các vết nằm ngay trên bề mặt Mặt trời và được mang đi vòng quanh cùng với nó là phù hợp với tất cả các thực tế quan sát được. Giải thích chi tiết của ông dựa trên hiện tượng thị giác gọi là sự *co ngắn lại* trên mặt cầu, cụ thể là các hình dạng dường như mảnh hơn và xích gần lại



Hình 19

với nhau hơn khi ở bên rìa (H.19 minh họa hiệu ứng này đối với các đường tròn vẽ trên một mặt cầu).

Tầm quan trọng của phép chứng minh của Galileo đối với nền tảng của tiến trình khoa học là rất to lớn. Ông đã chứng tỏ rằng các dữ liệu quan sát trở thành những mô tả có ý nghĩa của thực tại chỉ khi được nhúng vào một lý thuyết toán học thích hợp. Vẫn những quan sát đó có thể dẫn tới những cách giải thích mơ hồ trừ phi được hiểu trong một phạm vi lý thuyết rộng lớn hơn.

Galileo không bao giờ từ bỏ cơ hội để có một cuộc chiến tốt. Sự trình bày khúc chiết nhất những tư tưởng của ông về bản chất của toán học và vai trò của nó trong khoa học là ở một ấn phẩm bút chiến khác - *Người thử nghiệm*. Chuyên luận được viết một cách tài ba, lỗi lạc này đã trở nên nổi tiếng đến mức Giáo hoàng Urban VIII đã bảo tiểu đồng đọc cho ông nghe trong các bữa ăn. Khá kỳ lạ là luận điểm chính của Galileo trong *Người thử nghiệm* rõ ràng là sai. Ông đã cố gắng biện luận rằng sao chổi thực sự là những hiện tượng gây nên bởi một số trùng hợp ngẫu nhiên của sự khúc xạ quang học ở phía bên này của Mặt trăng.

Toàn bộ câu chuyện về *Người thử nghiệm* nghe như thể phần nào được lấy từ lời của một vở nhạc kịch Ý. Vào mùa thu năm 1618, ba sao chổi xuất hiện liên tiếp nhau. Đặc biệt là sao chổi thứ ba có thể nhìn thấy trong suốt gần ba tháng. Vào năm 1619, Horatio Grassi, một nhà toán học đến từ trường Collegio Romano thuộc dòng Tên, đã xuất bản nặc danh một cuốn sách nhỏ về những quan sát của ông đối với ba sao chổi này. Theo bước chân của nhà thiên văn Đan Mạch vĩ đại Tycho Brahe, Grassi đã kết luận rằng các sao chổi này nằm ở đâu đó giữa Mặt trăng và Mặt trời. Cuốn sách này lẽ ra rồi sẽ rơi vào quên lãng, chẳng ai chú ý tới, nhưng Galileo đã quyết định phản hồi, khi nghe nói rằng một tu sĩ dòng Tên nào đó đã mượn ấn phẩm của Grassi như một đòn đánh vào học thuyết Copernicus. Lời đáp lại của Galileo dưới dạng những bài thuyết trình (phần lớn do chính Galileo viết) được môn đệ của ông là Mario Guiducci gửi đi. Trong phiên bản được xuất bản của những bài giảng này, mang tên *Bàn về Sao chổi*, Galileo đã tấn công trực diện Grassi và Tycho Brahe. Rồi đến lượt Grassi phản công. Dưới bút danh là Lothario Sarsi, vờ giả làm một trong các học trò của chính mình, Grassi đã công bố một lời đáp trả rất gay gắt, chỉ trích Galileo bằng những ngôn từ không khoan nhượng (bài đáp lại này có nhan đề *Bàn cân đối thiên văn và triết học, trong đó đánh giá các quan điểm của Galileo Galilei liên quan đến các sao chổi cũng như những quan điểm của Mario Guiduccio đã được trình bày tại Viện Hàn lâm Florentine*). Trong khi bảo vệ việc ứng dụng các phương pháp của Tycho để xác định khoảng cách, Grassi (nói như thể ông là sinh viên của mình) đã lập luận:

> Cứ cho là thầy tôi theo Tycho đi. Như thế là một tội ác hay sao? Vậy chứ ông ấy nên theo ai? Ptolemy chăng [Người Alexandre khởi xướng hệ thống địa tâm]? Người mà cổ họng của những người đi theo luôn bị đe dọa bởi thanh kiếm giơ ra của Thần chiến tranh mà giờ còn trở nên sát gần hơn. Hay là Copernicus? Nhưng ông ấy, một người ngoan đạo, thà kêu gọi mọi người rời bỏ ông ấy và chối bỏ giả thuyết của ông vừa mới bị lên án gần đây còn hơn. Chính vì vậy, Tycho chính là người duy nhất mà chúng ta có thể thừa nhận làm người dẫn dắt chúng ta trong hành trình chưa biết của các vì sao.

Những lời lẽ này minh chứng một cách đẹp đẽ về con đường tốt đẹp mà các nhà toán học dòng Tên phải bước đi theo vào đầu thế kỷ 17. Một mặt, sự chỉ trích của Grassi về Galileo là hoàn toàn hợp lý và sâu sắc một cách thấu đáo. Mặt khác, do bị bắt buộc không được dính líu đến học thuyết Copernicus, Grassi đã phải tự trói tay trói chân của mình, và điều này đã làm yếu đi toàn bộ lập luận của ông.

Bạn bè của Galileo đã rất lo lắng rằng sự tấn công của Grassi có thể sẽ làm phương hại tới uy tín của Galileo nên đã hối thúc ông đáp trả. Điều này dẫn đến việc xuất bản cuốn *Người thử nghiệm* vào năm 1623 (cái nhan đề đầy đủ giải thích rằng trong tài liệu này "các nội dung của *Bản cân đối thiên văn và triết học* của Lothario Sarsi ở Siguenza đã được cân bởi một cái cân tốt và chính xác").

Như tôi đã trình bày ở trên, *Người thử nghiệm* chứa những tuyên bố mạnh mẽ nhất và rõ ràng nhất của Galileo có liên quan đến mối quan hệ giữa toán học và vũ trụ. Dưới đây là đoạn đáng lưu ý:

Tôi tin là Sarsi đã được thuyết phục một cách chắc chắn rằng, trong triết học, điều căn bản là phải hỗ trợ mình bằng ý kiến của một tác giả nổi tiếng nào đó, cứ như thể khi mà trí não của chúng ta không được kết hợp với lý lẽ của người khác, thì chúng sẽ phải hoàn toàn cằn cỗi và vô sinh vậy. Có lẽ ông nghĩ rằng triết học là một cuốn sách hư cấu được một người nào đó sáng tạo ra, như *Iliad* hay *Orlando Furioso* [một bản anh hùng ca thế kỷ 17 của Ludovico Ariosto] - những cuốn sách mà trong đó điều ít quan trọng nhất là: cái được viết ở đó có là đúng hay không. Nhưng thưa ngài Sarsi, thực tế lại không phải như vậy. *Triết học được viết trong cuốn sách vĩ đại nằm ngay trước mắt chúng ta (ý tôi là vũ trụ) nhưng chúng ta sẽ không thể hiểu được nó nếu trước tiên ta không học ngôn ngữ và nắm bắt những chữ mà theo đó nó được viết ra. Nó được viết bằng ngôn ngữ toán học, với các chữ là những hình tam giác, hình tròn và các hình hình học khác mà nếu thiếu chúng con người không thể lĩnh hội được một từ nào của cuốn sách đó, và nếu thiếu chúng, người ta sẽ lang thang vô vọng qua một mê cung tăm tối.* [nhấn mạnh của tác giả].

Thật không thể tin được, phải không? Biết bao thế kỷ đã trôi qua trước khi câu hỏi tại sao toán học lại hiệu quả đến như vậy trong việc giải thích tự nhiên được đặt ra, và Galileo đã nghĩ rằng ông đã thực sự biết câu trả lời! Với ông, toán học đơn giản là ngôn ngữ của vũ trụ. Để hiểu vũ trụ, ông cho rằng, người ta phải nói được ngôn ngữ này. Và Chúa thực sự là một nhà toán học.

Phạm vi đây đủ các ý tưởng trong các tác phẩm của Galileo vẽ nên một bức tranh thậm chí còn chi tiết hơn quan điểm của ông về toán học. Trước tiên, chúng ta phải nhận thấy rằng đối với Galileo, toán học xét cho cùng nghĩa là hình học. Hiếm khi ông quan tâm đến việc đo các giá trị bằng các con số tuyệt đối. Ông mô tả các hiện tượng chủ yếu nhờ các tỷ lệ giữa các đại lượng và bằng các thuật ngữ tương đối. Một lần nữa, Galileo thực sự là một môn đệ của Archimedes, người mà các nguyên lý về đòn bẩy và phương pháp hình học so sánh được ông sử dụng hiệu quả và ròng rã. Điểm thú vị thứ hai, được tiết lộ một cách đặc biệt trong cuốn sách cuối cùng của Galileo, đó là sự khác biệt mà ông nêu ra giữa vai trò của hình học và lôgic. Bản thân cuốn sách, *Bàn về các chứng minh toán học liên quan đến hai khoa học mới*, được viết dưới dạng đối thoại sinh động giữa ba người, Salviati, Sagredo, và Simplicio, với sự phân vai hoàn toàn rõ ràng. Salviati là người phát ngôn thực sự của Galileo. Sagredo, một người yêu triết học quý phái, là người có trí óc thực sự thoát khỏi những ảo tưởng của lẽ phải thông thường theo Aristotle và vì vậy có thể thuyết phục được anh ta bằng sức mạnh của môn khoa học mới - đó là toán học. Simplicio, người mà trong tác phẩm trước của Galileo được phác họa là bị bỏ bùa mê bởi uy tín của trường phái Aristotle, xuất hiện ở đây như là một học giả có đầu óc cởi mở, sẵn sàng tiếp thu cái mới. Vào ngày tranh luận thứ hai, Sagredo có một cuộc trao đổi rất thú vị với Simplicio:

> *Sagredo*: Chúng ta sẽ nói gì đây, Simplicio? Liệu chúng ta có cần không thú nhận rằng sức mạnh của hình học là một công cụ tiềm tàng nhất mài sắc trí tuệ và sử

> dụng nó để tư biện và suy luận một cách hoàn hảo hay không? Lẽ nào Plato không có lý do chính đáng khi muốn các học trò của mình trước hết phải có một cơ sở toán học đầy sao?

Simplicio có vẻ như đồng ý và ông đưa ra sự so sánh với lôgic:

> *Simplicio*: Thực sự thì tôi bắt đầu hiểu rằng mặc dù lôgic là một công cụ rất tuyệt vời để dẫn dắt sự suy luận của chúng ta, song nó không thể so sánh được với sự sắc bén của hình học trong việc đánh thức trí tuệ để khám phá.

Sagredo liền làm sâu sắc thêm sự khác biệt:

> *Sagredo*: Với tôi thì dường như lôgic dạy chúng ta cách làm thế nào để biết liệu suy luận và những chứng minh đã được khám phá ra có phải là xác quyết hay chưa, nhưng tôi không tin rằng nó lại dạy chúng ta cách để tìm ra những suy luận và chứng minh xác quyết.

Thông điệp của Galileo ở đây rất đơn giản - ông tin rằng hình học là công cụ mà nhờ đó những chân lý mới sẽ được *khám phá* ra. Mặt khác, lôgic đối với ông chỉ là phương tiện mà nhờ đó các khám phá đã thực hiện được *đánh giá và phê phán*. Trong chương 7, chúng ta sẽ xem xét một quan điểm khác, mà theo đó toàn bộ toán học bắt nguồn từ lôgic.

Vậy làm thế nào mà Galileo đi đến ý tưởng rằng toán học là ngôn ngữ của tự nhiên? Xét cho cùng thì, một kết luận mang tính triết học trọng đại này không thể đột nhiên hiện ra từ không khí được. Thực sự thì cội nguồn của quan niệm này đã nằm trong các tác phẩm của Archimedes. Bậc thầy người Hy Lạp là người đầu tiên sử dụng toán học để giải thích các hiện tượng tự nhiên. Sau đó, trải qua một con đường đầy khổ ải thông qua những người làm tính và các nhà toán học ở cung đình Italia, bản chất của toán học đã đạt được địa vị của một chủ đề đáng để thảo luận. Cuối cùng, một số trong các nhà toán học dòng Tên ở thời Galileo, mà đặc biệt là Christopher Clavius, cũng đã nhận ra một thực tế là toán học có thể chiếm vị trí trung gian giữa siêu hình học - các nguyên lý triết học về bản chất của tồn tại - và thực tại vật lý. Trong phần lời tựa của cuốn *Bình luận về tác phẩm "Cơ sở" của Euclid*, Clavius đã viết:

> Vì các môn toán học giải quyết những vấn đề được xem là tách biệt hẳn với bất cứ thứ vật chất nào có thể cảm nhận được, mặc dù chúng được nhúng vào các đối tượng vật chất, song rõ ràng là chúng chiếm một vị trí trung gian giữa siêu hình học và khoa học tự nhiên, nếu chúng ta xét đến đối tượng của chúng.

Galileo không hài lòng với quan niệm cho rằng toán học chỉ nằm đâu đó ở giữa hay đường dẫn. Ông đã tiến thêm một bước táo bạo khi đặt ngang toán học với ngôn ngữ riêng của Chúa. Tuy nhiên, sự xác nhận này lại đặt ra một vấn đề nghiêm trọng khác - một vấn đề sẽ có ảnh hưởng đầy bi kịch đến cuộc đời của Galileo.

Khoa học và thần học

Theo Galileo, Chúa nói bằng ngôn ngữ của toán học trong việc thiết kế nên tự nhiên. Theo Nhà thờ Thiên chúa giáo thì Chúa lại là "tác giả" của Kinh thánh. Vậy khi đó cái gì đã làm cho trong một số trường hợp những giải thích khoa học dựa trên toán học dường như lại mâu thuẫn với kinh thánh? Các nhà thần học của Hội đồng giáo hội năm 1546 đã trả lời bằng những lời lẽ dứt khoát rằng: "Không ai dựa trên sự suy xét của riêng mình và bóp méo Kinh thánh theo những quan niệm riêng của anh ta lại dám lý giải nó ngược với ý nghĩa mà Giáo hội Đức Thánh mẹ, người duy nhất có quyền phán xử về ý nghĩa đích thực của nó, đã và đang giữ vững". Theo đó, khi các nhà thần học vào năm 1616 được đề nghị đưa ra ý kiến của họ về vũ trụ nhật tâm của Copernicus, họ đã kết luận rằng đó là "hoàn toàn dị giáo, vì nó công khai mâu thuẫn với Kinh thánh ở nhiều chỗ". Nói cách khác, điều thực sự là tâm điểm của sự chối bỏ của Nhà thờ đối với học thuyết Copernicus của Galileo không phải là việc đưa Trái đất ra khỏi vị trí trung tâm của nó trong vũ trụ, mà là sự thách thức đối với uy quyền của nhà thờ trong việc diễn giải kinh thánh. Trong bối cảnh mà Giáo hội Thiên chúa giáo La mã thực sự cảm thấy thế trận đã được dàn sẵn bởi những tranh luận gay gắt với các nhà thần học cải cách, thì Galileo và Nhà thờ rõ ràng là không thể tránh khỏi đụng độ.

Các sự kiện bắt đầu diễn ra nhanh chóng vào cuối năm 1613. Một cựu sinh viên của Galileo là Benedetto Castelli đã có một bài thuyết trình về những khám phá thiên văn mới trước Đại công tước Tuscany và cận thần của ông. Có thể dự đoán trước được rằng ông sẽ bị áp lực phải giải thích sự khác biệt rõ ràng giữa vũ trụ học của Copernicus và một số mô tả trong kinh thánh, như cảnh Chúa dừng Mặt trời và Mặt trăng lại để cho Joshua và người Do thái hoàn thành chiến thắng của họ trước Emorites ở Thung lũng Avalon. Mặc dù Castelli nói rằng ông đã "hành xử như một người chiến sĩ" trong việc bảo vệ học thuyết Copernicus, song Galileo phần nào cảm thấy lo ngại trước tin tức về sự đối đầu này, và ông cảm thấy buộc phải bày tỏ quan điểm của mình về sự mâu thuẫn giữa khoa học và Kinh thánh. Trong một bức thư dài gửi Castelli đề ngày 21 tháng 12 năm 1613, Galileo đã viết:

> Tuy vậy, trong Kinh thánh, để làm cho nó phù hợp với sự hiểu biết của đại đa số, cần thiết phải nói rất nhiều điều có vẻ bên ngoài khác biệt với ý nghĩa chính xác. Ngược lại, tự nhiên là không thể lay chuyển và không thể thay đổi được, và nó cũng không quan tâm đến chuyện những nguyên nhân ẩn giấu và các cách thức vận hành của nó có là dễ hiểu đối với loài người hay không, và vì thế nó không bao giờ chệch khỏi các quy luật đã được áp đặt cho nó. Do đó, dường như đối với tôi không có hiệu ứng nào của tự nhiên, mà kinh nghiệm đặt nó ngay trước mắt chúng ta hoặc nó là kết luận tất yếu rút ra từ bằng chứng, lại có thể dẫn đến những nghi ngờ đối với các đoạn trong Kinh thánh, vốn chứa hàng ngàn từ với vô vàn cách diễn giải khác nhau, vì mỗi câu trong Kinh thánh không bị ràng buộc bởi các quy luật cứng nhắc như là mỗi hiệu ứng của tự nhiên.

Sự diễn giải về ý nghĩa của Kinh thánh này rõ ràng là lạ lẫm đối với một số nhà thần học nghiêm khắc hơn. Ví dụ như

Domingo Banez, một tu sĩ dòng Dominic đã viết vào năm 1584: "Chúa thánh thần không chỉ gợi cảm hứng cho tất cả những gì chứa đựng trong Kinh thánh, mà người còn quy định và gợi ý từng từ mà nó đã được viết ra". Nhưng điều đó đã không thuyết phục được Galileo. Trong *Lá thư gửi Castelli*, ông thêm:

> Tôi có chiều hướng nghĩ rằng uy quyền của Kinh thánh là có ý định thuyết phục con người về những chân lý đó, những chân lý cần thiết để cứu rỗi họ nhưng đồng thời cũng vượt xa tầm hiểu biết của con người, không thể được làm cho trở nên đáng tin cậy bởi bất kỳ sự học hỏi nào, hay bất kỳ phương tiện nào khác hơn là sự thiên khải của Chúa thánh thần. Nhưng cũng chính vì Chúa đó, người đã ban cho con người cảm giác, lý trí, và sự hiểu biết, lại không cho phép chúng ta sử dụng chung, và muốn cho chúng ta biết về những kiến thức như vậy theo cách nào đó khác, khi mà chúng ta ở cái vị thế tự mình có thể giành được bằng chính các khả năng đó, *điều đó* dường như đối với tôi không buộc phải tin, đặc biệt là liên quan đến những khoa học mà về chúng trong Kinh thánh chỉ chứa đựng những mảnh nhỏ rời rạc và những kết luận rất khác nhau; và đây chính xác là trường hợp của thiên văn học, trong đó mới chỉ nói tới rất ít, thậm chí các hành tinh còn không được liệt kê đầy đủ.

Một bản sao lá thư của Galileo đã được gửi tới Giáo đoàn của Văn phòng Tòa Thánh ở Roma, nơi mà các vấn đề liên quan đến đức tin được đánh giá chung, và đặc biệt là gửi tới vị Hồng y giáo chủ Robert Bellarmine rất có thế lực (1542-1621). Phản ứng ban đầu của Bellarmine với học thuyết Copernicus là khá ôn hòa, vì ông xem toàn bộ mô hình nhật tâm là "cách để cứu vãn thể diện theo lối giống như của những người đề xướng ra các ngoại luân nhưng thực ra lại không tin vào sự tồn tại của chúng". Giống như những người trước ông ta, Bellarmine cũng đối xử với các mô hình toán học do các nhà thiên văn đưa ra chỉ như là một thứ mánh lới quảng bá tiện lợi, tạo ra để mô tả những gì mà con người quan sát được, mà không được gắn với thực tại vật lý. Ông lập luận rằng phương kế "cứu vãn thể diện" đó không chứng minh được rằng Trái đất thực sự chuyển động. Do vậy, Bellarmine không thấy có gì đe dọa trực tiếp từ cuốn sách của Copernicus (*De Revolutionibus*), thậm chí mặc dù ông ta đã nhanh chóng bổ sung thêm rằng tuyên bố Trái đất chuyển động sẽ không chỉ "làm bực tức tất cả các triết gia kinh viện và các nhà thần học" mà còn "gây tổn hại đến đức tin linh thiêng do diễn giải sai lầm Kinh thánh".

Những chi tiết đầy đủ trong phần còn lại của câu chuyện bi kịch nói trên nằm ngoài phạm vi và mục tiêu chính của cuốn sách này, do vậy ở đây tôi sẽ chỉ trình bày một cách ngắn gọn. Vào năm 1616 Giáo đoàn Kiểm duyệt đã ra lệnh cấm cuốn sách của Copernicus. Những nỗ lực sau đó của Galileo dựa vào rất nhiều đoạn lấy từ nhà thần học được sùng kính nhất trong số các nhà thần học tiền bối là Thánh Augustine để hỗ trợ cho việc diễn giải mối quan hệ giữa khoa học tự nhiên và Kinh thánh cũng không giúp ông có được nhiều sự thông cảm. Mặc cho những bức thư rất rõ ràng mà trong đó luận điểm chính của ông là không hề có sự bất đồng (về thực chất chứ không phải là bề ngoài) giữa học thuyết của Copernicus và Kinh thánh, nhưng các nhà thần học ở thời ông vẫn xem những lập luận của Galileo là một sự xâm nhập không được chào đón vào lãnh địa của họ. Nhưng cũng thật là trơ trẽn, chính những nhà thần học này lại tha hồ bày tỏ các quan điểm của mình về các vấn đề khoa học.

Khi những đám mây đen đang tụ lại ở phía chân trời, Galileo vẫn tiếp tục tin rằng lý trí sẽ thắng thế - một sai lầm to lớn khi mà điều đó thách thức đức tin. Galileo cho xuất bản cuốn *Đối thoại về hai hệ thống thế giới chính* vào tháng 2 năm 1632 (hình 20 là trang bìa của lần xuất bản đầu tiên). Cuốn sách luận chiến này là sự trình bày chi tiết nhất của Galileo về các ý tưởng của ông theo tinh thần học thuyết Copernicus. Hơn nữa, ông còn cho rằng bằng việc theo đuổi khoa học với sự sử dụng ngôn ngữ của sự cân bằng cơ học và toán học, con người

Hình 20

có thể hiểu được trí tuệ thần thánh. Nói một cách khác, khi một người tìm ra lời giải cho một bài toán bằng cách dùng hình học tỷ lệ, thì những cái nhìn sâu sắc và hiểu biết có được cũng tựa như thần thánh vậy. Phản ứng của nhà thờ thật mau lẹ và dứt khoát. Việc lưu hành cuốn *Đối thoại* bị cấm ngay tháng 8 của năm phát hành. Trong tháng tiếp theo, bản thân Galileo bị triệu tập đến Roma để biện hộ cho mình trước cáo buộc là dị giáo. Galileo đã bị đưa ra xét xử vào ngày 12 tháng 4 năm 1633 và được xác định là "kẻ rất đáng ngờ là dị giáo" vào ngày 22 tháng 6 năm 1633. Các quan tòa đã kết tội Galileo là "đã tin và bảo vệ một học thuyết sai lầm trái ngược với Kinh thánh, một học thuyết cho rằng Mặt trời là trung tâm của thế giới và không phải nó di chuyển từ đông sang tây mà là Trái đất chuyển động và nó không còn là trung tâm của thế giới nữa". Lời kết tội hết sức nghiêm khắc:

> Tòa kết án bị can phải bị giam trong nhà tù chính thức của Giáo đoàn thánh tín này, và để hối cải hữu ích, Tòa yêu cầu bị can trong ba năm tới mỗi tuần một lần, phải nhắc lại kinh thánh thì sám hối 7 lần. Tòa bảo lưu quyền tự do điều chỉnh, giảm nhẹ hoặc xóa bỏ, toàn bộ hoặc một phần, các hình phạt và sự sám hối đã nêu ở trên.

Ông già 70 tuổi Galileo kiệt quệ không thể chịu đựng được áp lực. Với tinh thần bị suy sụp, Galileo đã gửi bức thư chối bỏ, trong đó ông cam kết sẽ "từ bỏ hoàn toàn quan điểm sai lầm cho rằng Mặt trời là trung tâm của thế giới và không chuyển động, rằng Trái đất là chuyển động và không phải là trung tâm của thế giới". Ông kết luận:

> Do đó, với mong muốn xóa bỏ khỏi đầu óc của Đức giáo chủ, và của tất cả tín đồ Cơ đốc giáo sùng đạo, sự nghi ngờ mạnh mẽ vừa mới hình thành này đối với tôi, với tấm lòng chân thành và niềm tin thành thực, tôi nguyện từ bỏ, nguyền rủa và ghê tởm những sai lầm, dị giáo đã nói trên, và nói chung mọi sai lầm, dị giáo khác, và bất kỳ giáo phái nào đi ngược lại với Giáo hội, và tôi xin thề là trong tương lai sẽ không bao giờ nói hay khẳng định, bằng miệng hay bằng văn bản, một lần nữa bất kỳ điều gì có thể tạo cơ hội cho sự nghi ngờ tương tự đối với tôi.

Cuốn sách cuối cùng của Galileo, nhan đề *Bàn về các chứng minh toán học liên quan đến hai khoa học mới* được phát hành vào tháng 7 năm 1638. Bản thảo đã được bí mật đưa ra khỏi nước Ý và được in tại Leiden, Hà Lan. Nội dung của cuốn sách này đã bày tỏ một cách mạnh mẽ và chân thực tình cảm của ông biểu hiện bằng những mấy từ huyền thoại "*Eppur si muove*" ("Dù sao thì nó vẫn chuyển động"). Câu nói bướng bỉnh đó, thường được cho là Galileo đã nói vào cuối buổi xét xử, nhưng có lẽ đã chưa bao giờ được thốt ra miệng.

Ngày 31 tháng 10 năm 1992, Giáo hội Cơ đốc cuối cùng đã quyết định "phục vị" cho Galileo. Nhận ra rằng Galileo hoàn toàn đúng đắn, nhưng vẫn lảng tránh chỉ trích trực tiếp Tòa án dị giáo, Giáo hoàng John Paul II đã nói:

> Thật nghịch lý là Galileo, một tín đồ chân thành, đã chứng tỏ mình là sáng suốt về vấn đề này [tức sự khác biệt rõ ràng giữa khoa học và kinh thánh] hơn là các

> nhà thần học đối thủ của ông. Phần lớn các nhà thần học đã không nhận thức được sự khác biệt hình thức vốn tồn tại giữa bản thân Kinh thánh và sự diễn giải nó, và điều này đã dẫn họ tới việc chuyển một cách không chính đáng một vấn đề thực sự thuộc về nghiên cứu khoa học sang học thuyết tôn giáo.

Báo chí khắp nơi thế giới đã có một bữa tiệc. Tờ *Thời báo Los Angeles* đã tuyên bố: "Tin chính thức: Trái đất quay xung quanh Mặt trời, ngay cả với Vatican".

Nhưng nhiều người lại không thấy vui. Một số thấy rằng *sự nhận lỗi* này của nhà thờ là quá nhỏ, quá muộn. Nhà học giả Tây Ban Nha chuyên nghiên cứu về Galileo là Antonio Beltrán Mari đã nhận xét:

> Thực tế mà Đức giáo hoàng tiếp tục coi mình là một quyền uy có thể nói điều gì đó liên quan đến Galileo và khoa học của ông cho thấy, về phía Đức giáo hoàng, là không gì thay đổi cả. Ông ta đã hành xử đúng theo cách như những quan tòa xét xử Galileo, những người mắc sai lầm mà ông ta bây giờ mới thừa nhận.

Công bằng mà nói thì Đức giáo hoàng tự nhận thấy mình ở trong một tình thế không chiến thắng. Bất kỳ quyết định nào về phía ông, dù là làm ngơ trước vấn đề này và vẫn giữ nguyên sự kết tội đối với Galileo về những cuốn sách, hay cuối cùng nhận ra sai lầm của nhà thờ, chắc chắn ông cũng đều bị chỉ trích. Dù vậy, vào thời đại khi mà có những nỗ lực để giới thiệu sáng thế luận theo kinh thánh như là một lý thuyết "khoa học" để thay thế (dưới danh nghĩa được che đậy mỏng manh là "bản thiết kế thông minh"), sẽ thật là đúng lúc khi nhớ lại rằng Galileo đã thực sự đấu tranh trong trận chiến này gần 400 năm trước - và đã chiến thắng!

CHƯƠNG 4

CÁC NHÀ ẢO THUẬT: KẺ HOÀI NGHI VÀ NGƯỜI KHỔNG LỒ

Ở một trong bảy đoạn kịch trào phúng của bộ phim *Mọi chuyện bạn muốn biết về sex (nhưng ngại hỏi)*, Woody Allen đóng vai một anh hề của triều đình, người hàng ngày phải diễn hài cho một vị vua thời trung cổ và đám cận thần của ông ta xem. Anh hề phải lòng hoàng hậu, vì vậy đã đưa cho bà ta thuốc kích dục, với hy vọng là sẽ quyến rũ được bà. Hoàng hậu bị hấp dẫn bởi anh hề, nhưng than ôi, bà lại có một cái móc khóa rất lớn trên dây lưng trinh tiết của bà ta. Trước tình thế nản lòng này trong phòng ngủ của hoàng hậu, anh hề đã thốt lên nỗi lo lắng: "Tôi phải nhanh chóng nghĩ ra được cách nào đó, trước khi thời Phục hưng tới, nếu không, *cả* hai ta sẽ phải lên tranh mất".

Ngoài sự đùa cợt ra thì sự phóng đại quá mức này là một miêu tả có thể hiểu được về các sự kiện ở châu Âu trong suốt thế kỷ 15 và 16. Thời đại Phục hưng thực sự đã tạo ra một kho tàng giàu có những kiệt tác trong hội họa, điêu khắc và kiến trúc tới mức mà cho tới tận ngày nay, những tác phẩm nghệ thuật đáng kinh ngạc đó tạo nên phần chủ yếu trong nền văn hóa của chúng ta. Trong khoa học, thời Phục Hưng chứng kiến cuộc cách mạng nhất tâm trong thiên văn học, dẫn đầu là Copernicus, Kepler và đặc biệt là Galileo. Quan điểm mới về vũ trụ được mang lại từ những quan sát của Galileo bằng kính viễn vọng và những hiểu biết sâu sắc có được từ các thí nghiệm của ông trong cơ học, có lẽ là hơn bất kỳ thứ gì khác đã thúc đẩy sự phát triển toán học trong thế kỷ tiếp theo. Giữa những dấu hiệu sụp đổ đầu tiên của triết học Aristotle và những thách thức đối với hệ tư tưởng thần học của Nhà thờ, các nhà triết học đã bắt đầu tìm kiếm một nền tảng mới để trên đó dựng lên lâu đài tri thức của con người. Toán học, với một khối lượng các chân lý dường như chắc chắn của nó, đã cung cấp cái có vẻ như là một cơ sở hợp lý nhất cho một sự khởi đầu mới.

Một người mơ

Nhiều người coi Descarte (hình 21) vừa là một triết gia hiện đại vĩ đại đầu tiên và cũng là một nhà sinh học hiện đại đầu tiên. Khi bạn bổ sung thêm vào lời giới thiệu ấn tượng này một thực tế là nhà triết học theo chủ nghĩa kinh nghiệm Anh John Stuart Mill (1806-73) đã mô tả một trong những thành tựu của Descartes trong toán học như là "một bước vĩ đại nhất được thực hiện trong tiến trình của khoa học chính xác", thì chắc hẳn bạn sẽ bắt đầu nhận ra sự bao la của sức mạnh trí tuệ của Descartes.

René Descartes sinh ngày 31 tháng 3 năm 1596, tại La Haye, Pháp. Để tôn vinh vị công dân nổi tiếng nhất của mình, thị trấn đã được đổi tên thành La Haye-Descartes vào năm 1801 và từ

Hình 21

năm 1967, nó được biết đến với cái tên đơn giản là Descartes. Năm 8 tuổi, Descartes vào học tại trường dòng Tên ở La Flèche, nơi ông đã học tiếng Latinh, toán học, văn học Hy La, khoa học và triết học kinh viện cho đến năm 1612. Vì sức khỏe ông khá yếu ớt nên Descartes được miễn phải dậy sớm vào cái giờ khắc nghiệt là 5 giờ sáng, và ông được phép dùng cả thời gian buổi sáng ở trên giường. Sau này, trong suốt cuộc đời, ông vẫn tiếp tục sử dụng phần đầu của buổi sáng để suy ngẫm, và ông từng nói với nhà toán học người Pháp Blaise Pascal rằng cách duy nhất giúp ông sống khỏe mạnh và làm việc năng suất là ông không bao giờ dậy trước khi ông cảm thấy thoải mái để làm điều đó. Rồi chúng ta sẽ sớm thấy, câu nói này hóa ra lại là một lời tiên tri đầy bi kịch.

Sau La Flèche, Descartes tốt nghiệp khoa Luật trường Đại học Poitiers, nhưng ông chưa bao giờ thực sự hành nghề luật sư cả. Bồn chồn và háo hức khám phá thế giới, Descartes quyết định gia nhập quân đội của Hoàng tử Maurice xứ Orange, mà khi đó đóng quân tại Breda (Hà Lan). Một cuộc gặp gỡ tình cờ tại Breda đã trở thành rất quan trọng trong sự phát triển trí tuệ của Descartes.

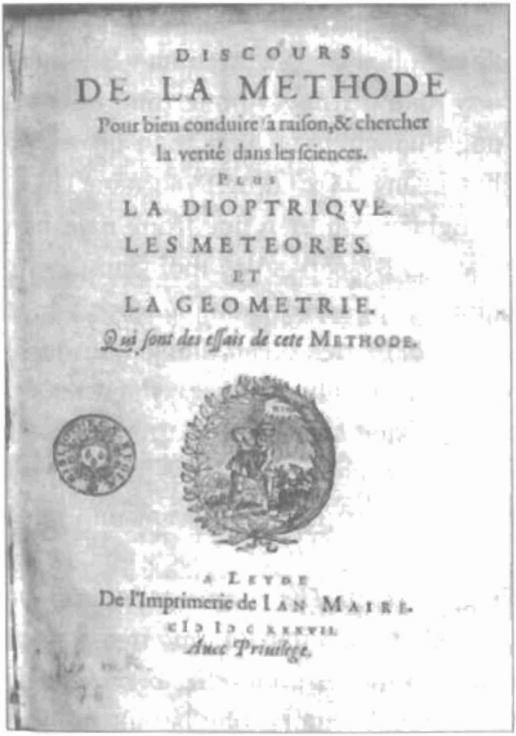
Theo truyền thuyết thì trong khi đang đi lang thang trên phố, ông bất chợt nhìn thấy một tấm bảng thông cáo dường như trên đó có đưa ra một câu đố toán học. Descartes đã nhờ người đầu tiên đi ngang qua dịch giúp ông từ tiếng Hà Lan sang tiếng Latinh hoặc tiếng Pháp. Vài tiếng sau, Descartes đã giải thành công bài toán, và điều này thuyết phục bản thân ông rằng ông thực sự có năng khiếu toán học. Người dịch giúp ông hóa ra lại không phải ai khác mà chính là nhà khoa học và toán học người Hà Lan Isaac Beeckman (1588-1637), người đã có ảnh hưởng đến sự nghiệp nghiên cứu toán-lý của Descartes còn tiếp tục kéo dài trong nhiều năm. Chín năm tiếp theo đã chứng kiến sự thay đổi của Descartes từ chỗ ồn ào huyên náo ở Paris đến việc phục vụ trong một số quân đoàn. Trong một châu Âu đang vật lộn với các cuộc chiến tranh tôn giáo và chính trị và sự khởi đầu của Cuộc chiến tranh 30 năm, thì việc Descartes tìm được các trận chiến hay các tiểu đoàn đang hành quân để gia nhập, ở Praha, Đức, hay Transylvania, là điều chẳng khó khăn gì. Tuy nhiên, trong suốt thời gian đó ông vẫn tiếp tục, như ông từng nói, "bù đầu nghiên cứu toán học".

Vào ngày 10 tháng 11 năm 1619, Descartes trải qua ba giấc mơ không chỉ có ảnh hưởng mạnh mẽ đến phần còn lại cuộc đời *ông* mà có lẽ còn đánh dấu sự khởi đầu của thế giới hiện đại. Về sau khi mô tả sự kiện này, Descartes đã nói trong một ghi chép của ông: "Tôi tràn đầy nhiệt huyết và đã khám phá ra những nền tảng của một khoa học kỳ diệu". Vậy những giấc mơ có tầm ảnh hưởng này là về điều gì?

Thực sự thì hai trong số đó là ác mộng. Trong giấc mơ đầu tiên, Descartes thấy mình bị cuốn trong một cơn lốc xoáy, nó xoay ông một cách dữ dội trên gót chân trái. Ông cũng rất hoảng sợ bởi một cảm giác liên tục bị rơi xuống từng nấc một. Rồi một ông già xuất hiện và cố gắng tặng cho ông một trái dưa từ một vùng đất lạ. Giấc mơ thứ hai cũng là những hình ảnh kinh hoàng. Ông bị nhốt vào một căn phòng với những tiếng sấm nổ đinh tai và những tia lửa bay loạn xạ xung quanh. Đối ngược hoàn toàn với hai giấc mơ đầu, giấc mơ thứ ba là một bức tranh yên tĩnh và trầm tư. Khi mắt ông quét quanh căn phòng, Descartes thấy các cuốn sách lúc hiện lúc ẩn trên một cái bàn. Chúng gồm một tuyển tập thơ mang tên *Corpus Poetarum* và một quyển bách khoa toàn thư. Ông mở tập thơ một cách ngẫu nhiên và thoáng thấy dòng mở đầu một bài thơ của nhà thơ La Mã thế kỷ thứ 4 tên là Ausonius. Nó viết: "*Quod vitae sectabor iter?*" ("Con đường nào tôi sẽ theo đuổi trong cuộc đời này?"). Rồi một người đàn ông như có phép thần xuất hiện từ không khí và ngâm một câu thơ khác: "*Est et non*" ("Có và không" hay "Đúng và không đúng"). Descartes muốn chỉ cho người đàn ông đó câu thơ của Ausonius, nhưng toàn bộ hình ảnh biến mất vào hư không.

Thông thường với các giấc mơ, tầm quan trọng của chúng không nằm nhiều ở nội dung thực sự, thường là khó hiểu và kỳ quặc, mà là ở sự diễn giải mà người mơ lựa chọn. Trong trường hợp của Descartes, hiệu ứng của ba giấc mơ bí ẩn này rất đáng kinh ngạc. Ông coi cuốn bách khoa thư là biểu thị cho tri thức khoa học chung và tuyển tập thơ là tượng trưng cho triết học, cho sự phát lộ và nhiệt huyết. Cụm từ "Có và không" - cặp đối nghịch nổi tiếng của Pythagoras - ông hiểu như là sự biểu thị cho chân lý và sai lầm. (Không có gì là ngạc nhiên, khi một số diễn giải phân tâm học đã gắn trái dưa với ý nghĩa tình dục). Descartes hoàn toàn bị thuyết phục rằng những giấc mơ đó đã chỉ cho ông hướng thống nhất toàn bộ tri thức của loài người bằng lý trí. Ông đã xuất ngũ vào năm 1621 nhưng tiếp tục chu du và nghiên cứu toán học trong năm năm tiếp theo. Tất cả những ai gặp Descartes vào thời gian đó, kể cả thủ lĩnh tinh thần có ảnh hưởng lớn đến ông là Hồng y giáo chủ Pierre de Bérulle (1575-1629), đều có ấn tượng sâu sắc về sự sắc sảo và khúc chiết trong tư duy của ông. Nhiều người đã khuyến khích ông nên cho xuất bản những ý tưởng của mình. Với bất kỳ chàng trai trẻ nào khác, thì những lời sáng suốt như của người cha như vậy sẽ có cùng một tác dụng ngược như một lời khuyên chọn nghề "Chất dẻo" đến nhân vật của Dustin Hoffman trong bộ phim *The graduate*, nhưng Descartes thì khác. Vì ông đã khát khao đạt tới mục tiêu tìm kiếm chân lý, nên ông dễ dàng bị thuyết phục. Ông bèn chuyển tới Hà Lan, nơi mà vào thời gian đó dường như là một môi trường trí tuệ yên tĩnh hơn, và trong suốt 20 năm sau đó ông đã liên tục đạt được hết thành công này đến thành công khác.

Descartes đã xuất bản kiệt tác đầu tiên của ông về những nền tảng của khoa học, *Bàn về phương pháp dẫn dắt hợp lý lý trí và tìm kiếm chân lý trong khoa học*, vào năm 1637 (hình 22 là trang bìa của lần xuất bản đầu tiên). Kèm theo chuyên luận này còn có ba phụ lục xuất sắc về quang học, khí tượng học, và hình học. Tiếp theo là một tác phẩm về triết học, *Những suy ngẫm về triết học đầu tiên*, xuất bản năm 1641 và tác phẩm về vật lý học, *Các nguyên lý của triết học*, xuất bản năm 1644. Descartes lúc đó đã nổi tiếng khắp châu Âu, trong số những



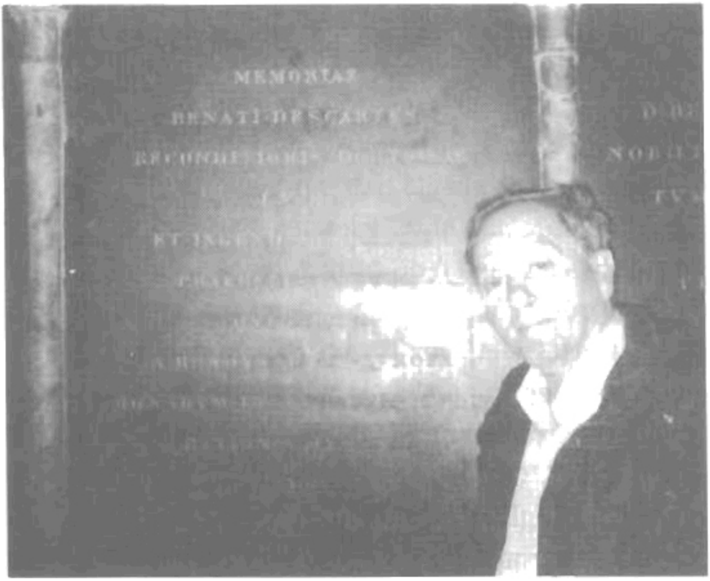
DISCOURS
DE LA METHODE
Pour bien conduire sa raiſon, & chercher
la verité dans les ſciences.
PLUS
LA DIOPTRIQVE.
LES METEORES.
ET
LA GEOMETRIE.
Qui ſont des eſſais de cete METHODE.

A LEYDE
De l'Imprimerie de IAN MAIRE.
CIↃ IↃ C XXXVII.
Avec Privilege.

Hình 22

người ngưỡng mộ và trao đổi thư từ với ông phải kể đến Công chúa Elisabeth xứ Bohemia (1618-80) bị lưu đày. Năm 1649, Descartes được mời đến giảng dạy triết học cho Nữ hoàng Christina đỏm dáng của Thụy Điển (1626-89). Vốn là người luôn ngưỡng mộ hoàng gia, nên Descartes đã nhận lời. Thực tế, lá thư của ông gửi cho nữ hoàng chứa đầy sự kính sợ hơi khúm núm kiểu thế kỷ 17 nên ngày nay đọc nghe khá nực cười: "Thần dám cam đoan ở đây với Đức bà rằng Ngài có thể ra lệnh cho thần bất kỳ điều gì, dù khó khăn đến đâu thần cũng sẵn sàng tất cả để thực hiện nó, và rằng ngay cả nếu thần sinh ra là một người Thụy điển hay Phần Lan thì thần cũng không thể hăng hái hơn hay hoàn hảo hơn [với Ngài] như thần bây giờ". Nữ hoàng 23 tuổi với ý chí sắt đá đã yêu cầu Descartes phải giảng bài cho bà vào cái giờ thật bất tiện là 5 giờ sáng. Ở vùng đất lạnh đến mức mà, như Descartes viết cho một người bạn của ông, ngay cả ý nghĩ ở đó cũng đóng băng, thì điều này quả thật chết người. "Tôi đã không ở đúng trong môi trường của mình", Descartes viết, "mà tôi thì chỉ muốn yên tĩnh và nghỉ ngơi, điều tốt đẹp mà những vị vua quyền lực nhất trên Trái đất không thể ban cho những người mà họ không thể tự kiếm được cho mình". Chỉ sau vài tháng đương đầu với mùa đông Thụy điển khắc nghiệt vào những giờ buổi sớm còn mờ tối, mà ông đã cố tránh trong suốt cuộc đời mình, Descartes đã bị viêm phổi. Ông mất ở tuổi 53 vào ngày 11 tháng 2 năm 1650, vào lúc 4 giờ sáng như thể ông tìm cách tránh bị gọi dậy một lần nữa. Người mà các tác phẩm của ông đã tuyên bố sự mở đầu cho kỷ nguyên hiện đại lại trở thành nạn nhân của thói trưởng giả của chính ông và tính đỏng đảnh của một nữ hoàng trẻ.

Descartes được mai táng ở Thụy điển, nhưng hài cốt của ông, hay ít nhất là một phần của nó, đã được chuyển về Pháp vào năm 1667. Ở đó, di hài ông được đổi chỗ nhiều lần cho đến cuối cùng được an táng vào ngày 26 tháng 2 năm 1819, tại một trong những nhà nguyện của Nhà thờ Saint-Germain-des-Prés. Hình 23 là tấm hình chụp tôi đứng bên tấm bia giản dị ca tụng Descartes. Hộp sọ được cho là của Descartes truyền tay từ người này đến người khác ở Thụy Điển cho đến khi nó được một nhà hóa học có tên là Berzelius mua lại và chuyển nó tới Pháp. Hộp sọ này hiện đang lưu giữ tại Bảo tàng Khoa



Hình 23

học tự nhiên, một nhánh của Musée de l'Homme (Bảo tàng về con người) ở Paris. Nó thường được trưng bày đối diện với hộp sọ của một người đàn ông Neanderthan.

Một người hiện đại

Cái nhãn "hiện đại", khi gắn với một người, thường hàm ý những cá nhân có thể chuyện trò một cách thoải mái với những người cùng địa vị về nghề nghiệp ở thế kỷ 20 (hay nay là 21). Điều khiến Descartes thực sự là một người hiện đại là thực tế rằng ông dám *nghi vấn* tất cả những điều đã được khẳng định về triết học và khoa học trước thời ông. Ông từng nói rằng sở học của ông chỉ nhằm phục vụ để làm gia tăng sự bối rối của mình và khiến ông nhận ra sự ngu dốt của chính mình. Trong cuốn *Bàn về phương pháp* nổi tiếng của ông, ông đã viết: "Tôi đã quan sát đối với triết học, mà mặc dù đã được trau dồi bởi những trí tuệ giỏi giang nhất, song nó không phải không có những điểm gây tranh cãi và vì vậy mà đáng nghi ngờ". Trong khi số phận của nhiều ý tưởng triết học của chính Descartes cũng không khác là mấy ở chỗ những thiếu sót quan trọng trong các mệnh đề của mình mà các nhà triết học sau này đã chỉ ra, song thái độ hoài nghi trong sáng của ông đối với ngay cả những khái niệm cơ bản nhất chắc chắn làm cho ông trở nên hiện đại tới tận cốt lõi. Điều quan trọng hơn, từ góc nhìn của cuốn sách này, là Descartes đã nhận ra rằng phương pháp và quá trình suy luận của toán học đã cung cấp một cách chính xác *sự chắc chắn* mà các triết học kinh viện trước ông còn thiếu. Ông đã tuyên bố một cách rõ ràng:

> Những chuỗi dài bao gồm các suy luận dễ dàng và đơn giản mà các nhà hình học thường sử dụng để đi đến những chứng minh khó nhất của mình, đã cho tôi cơ hội giả thiết rằng *tất cả mọi thứ thuộc phạm vi tri thức của con người thì đều kết nối với nhau theo cùng một cách* [tác giả nhấn mạnh]. Và tôi nghĩ rằng, với điều kiện chúng ta cố gắng không thừa nhận điều gì đó là đúng đắn khi mà nó không đúng và luôn giữ được trật tự đòi hỏi để suy ra điều này từ điều khác, thì cuối cùng sẽ không có gì nằm ngoài tầm với hay là quá bí ẩn đến mức không khám phá ra được.

Tuyên bố táo bạo này, theo một nghĩa nào đó, vượt xa cả những quan niệm của Galileo. Đó không chỉ là vũ trụ vật lý được viết bằng ngôn ngữ toán học; mà toàn bộ tri thức của con người cũng phải tuân theo lôgic của toán học.Theo lời Descartes; "Nó [phương pháp toán học] là một công cụ của tri thức mạnh hơn hơn bất kỳ một công cụ nào khác mà loài người để lại cho chúng ta, như là nguồn của tất cả những thứ khác." Chính vì vậy, một trong những mục đích của Descartes là chứng minh rằng thế giới vật lý có thể được mô tả bằng toán học chứ không cần dựa vào bất kỳ cảm nhận nào vốn thường hay sai lầm của chúng ta. Ông biện minh rằng trí óc sẽ sàng lọc những cái mà mắt ta nhìn thấy và biến những tri giác ấy thành các ý tưởng. Sau cùng, Descartes cho rằng, "không có dấu hiệu chắc chắn nào để phân biệt giữa việc đang thức và đang ngủ", song Descartes băn khoăn tự hỏi, nếu mọi thứ mà chúng ta cảm nhận là hiện thực nhưng trong thực tế lại có thể chỉ là giấc mơ, thì làm thế nào chúng ta biết được rằng ngay cả Trái đất và bầu trời kia lại không phải là "ảo giác của những giấc mơ" được cài đặt vào giác quan của chúng ta bởi "một con quỷ hiểm ác có sức mạnh vô biên" nào đó? Hay, như Woody Allen từng nói: "Sẽ là thế nào nếu như mọi thứ chỉ là một ảo ảnh và không có gì tồn tại cả? Nếu mà như vậy thật thì quả là tôi đã trả giá quá cao cho tấm thảm của tôi rồi".

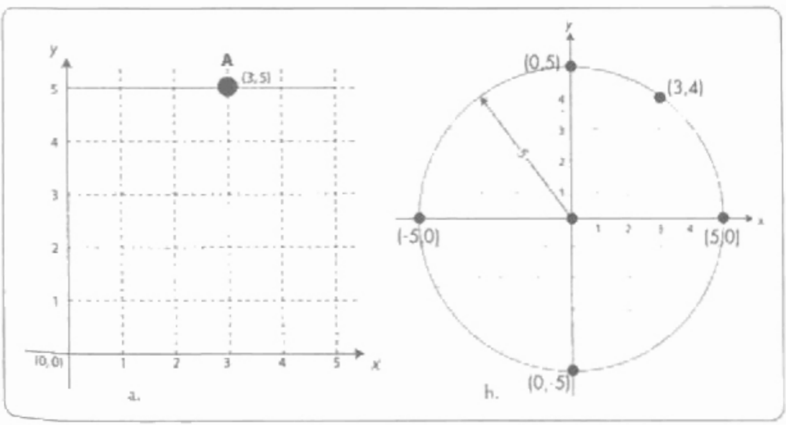
Đối với Descartes, sự tràn ngập những hoài nghi rắc rối này cuối cùng đã tạo ra cái mà sau đó trở thành lập luận đáng nhớ nhất của ông: *Cogito ergo sum* (Tôi tư duy nghĩa là tôi tồn tại). Nói cách khác, phía sau những tư duy cần phải có một đầu óc có ý thức. Có thể là nghịch lý, nhưng hành động hoài nghi bản thân nó không thể bị ghi ngờ. Descartes đã cố gắng sử dụng sự khởi đầu có vẻ như nhẹ nhàng này để xây dựng nên một công trình hoàn thiện của tri thức đáng tin cậy. Dù là triết học, quang học, cơ học, y học, phôi học hay khí tượng học, Descartes đều thử qua và đạt được những thành tựu đáng kể nhất định ở mỗi một ngành. Tuy nhiên, mặc dù ông vẫn khẳng định về khả năng suy luận của con người song Descartes lại không tin rằng chỉ có lôgic không thôi cũng có thể khám phá ra những chân lý cơ bản. Về cơ bản, ông cũng đi đến cùng một kết luận như Galileo, ông cho rằng: "Còn về lôgic, phương pháp suy luận và đa phần những kết quả tri giác của nó chỉ có ích trong việc truyền đạt những gì chúng ta đã biết.... hơn là trong việc nghiên cứu những điều chưa biết". Thay vì thế, thông qua những nỗ lực quả cảm của mình để phát minh lại, hay thiết lập, những nền tảng của toàn bộ các ngành kiến thức, Descartes đã thử sử dụng các nguyên lý mà ông đúc rút ra từ phương pháp toán học để đảm bảo rằng ông đang bước trên một nền tảng vững chắc. Ông đã mô tả những nguyên tắc này trong cuốn *Những quy tắc điều khiển trí tuệ*. Ông bắt đầu từ những chân lý mà ông không một chút hoài nghi (tương tự như các tiên đề trong hình học của Euclid); rồi ông thử chia nhỏ những vấn đề khó thành những phần dễ xử lý hơn; ông sẽ đi từ những cái thô sơ đến phức tạp; và ông sẽ kiểm tra kép toàn bộ quá trình của mình để bản thân ông hài lòng rằng không có lời giải tiềm năng nào bị bỏ qua. Khỏi phải nói rằng ngay cả với một quá trình gian khổ và được xây dựng một cách thận trọng như vậy cũng không làm cho những kết luận của Descartes tránh được những sai lầm. Thực tế, mặc dù Descartes nổi tiếng nhất nhờ những đột phá vĩ đại trong triết học, song những đóng góp lâu dài nhất của ông lại là trong toán học. Giờ tôi sẽ tập trung đặc biệt vào một ý tưởng đơn giản nhưng sáng chói của ông mà John Stuart Mill đã xem như là một "bước vĩ đại nhất đã từng được thực hiện trong tiến trình của khoa học chính xác".

Toán học của tấm bản đồ thành phố New York

Hãy xem một phần tấm bản đồ Manhattan ở hình 24. Nếu bạn đứng ở góc Phố 34 và Đại lộ số 8 và bạn cần phải gặp một người ở góc Phố 59 và Đại lộ số 5 (hai chấm tròn đen trên H.24 - ND), thì chắc là bạn sẽ không gặp khó khăn gì trong việc tìm đường chứ, phải không? Đây chính là điều cốt yếu trong ý tưởng của Descartes về môn hình học mới. Ông đã trình bày những nét đại cương của nó trong Phụ lục ở trang 106 nhan đề *La Géometrie* (*Hình học*) của cuốn *Bàn về Phương pháp*. Thật khó tin nhưng khái niệm rất đơn giản này đã làm một cuộc cách mạng trong toán học. Descartes bắt đầu từ một thực tế hết sức bình thường là, như phần bản đồ Manhattan cho thấy, một cặp số trên mặt phẳng có thể xác định duy nhất vị trí của một điểm (ví dụ, điểm A trong H. 25a). Sau đó ông đã sử dụng thực tế này để phát triển thành một lý thuyết có sức mạnh to lớn về những đường cong - đó là *hình học giải tích*. Để tôn vinh Descartes, cặp đường thẳng giao nhau cho chúng ta một hệ quy chiếu được gọi là *hệ tọa độ Descartes*. Theo truyền thống, đường nằm ngang được ký hiệu là "trục x" (hay trục hoành), đường thẳng đứng là "trục y" (hay trục tung), và điểm giao nhau được gọi là "gốc". Chẳng hạn, điểm "A" trong hình 25a có tọa độ x là 3 và tọa độ y là 5, và được ký hiệu bằng một cặp số có

Hình 24

thứ tự là (3,5). (Lưu ý rằng gốc có tọa độ là (0,0).) Giờ giả sử rằng chúng ta muốn bằng cách nào đó mô tả tất cả các điểm trên mặt phẳng cách điểm gốc chính xác 5 đơn vị. Tất nhiên, đó chính là định nghĩa hình học của đường tròn có tâm ở điểm gốc và có bán kính bằng 5 đơn vị (H. 25b). Nếu lấy điểm (3,4) trên đường tròn này, bạn sẽ thấy rằng tọa độ của nó thỏa mãn $3^2 + 4^2 = 5^2$. Thực tế, dễ dàng chứng minh rằng (bằng cách sử dụng định lý Pythagoras) các tọa độ (x,y) của một điểm bất kỳ trên đường tròn đều thỏa mãn hệ thức $x^2 + y^2 = 5^2$. Hơn nữa, các điểm thuộc đường tròn là những điểm duy nhất trên mặt phẳng có tọa độ thỏa mãn phương trình $x^2 + y^2 = 5^2$. Điều này có nghĩa là phương trình đại số $x^2 + y^2 = 5^2$ là đặc trưng chính xác và duy nhất cho đường tròn này. Nói cách khác, Descartes đã khám phá ra một cách để biểu thị một đường cong hình học bằng một phương trình đại số và ngược lại. Điều này có vẻ như không mấy lý thú đối với một đường tròn đơn giản, nhưng mọi đồ thị bạn đã từng nhìn thấy, như sự lên xuống của thị trường chứng khoán hàng tuần, nhiệt độ của Bắc Cực trong một thế kỷ trước, hay tốc độ giãn nở của vũ trụ đều dựa trên ý tưởng tài tình này của Descartes. Và vậy là đột nhiên, hình học và đại số không còn là hai nhánh tách biệt của toán học nữa mà là hai biểu hiện của cùng một chân lý. Phương trình mô tả một đường cong hoàn toàn bao hàm mọi tính chất có thể



Hình 25

tưởng tượng được của đường cong đó, kể cả, chẳng hạn như, tất cả các định lý của hình học Euclid. Và đó còn chưa phải là tất cả. Descartes đã chỉ ra rằng những đường cong khác nhau có thể được vẽ trên cùng một hệ tọa độ và các giao điểm của chúng có thể dễ dàng tìm được bằng cách tìm nghiệm chung của các phương trình đại số tương ứng của chúng. Theo cách này, Descartes đã tận dụng sức mạnh của đại số để chỉnh cho đúng những cái mà ông cho là thiếu sót đáng bực mình của hình học cổ điển. Chẳng hạn, Euclid đã định nghĩa một điểm như là một thực thể không có các bộ phận và không có kích thước. Khái niệm khá mơ hồ này đã trở nên lỗi thời vĩnh viễn một khi Descates đã định nghĩa rất đơn giản một điểm trên mặt phẳng là một cặp số có thứ tự (x,y). Nhưng ngay cả những nhận thức mới mẻ và sâu sắc này cũng chỉ là phần nổi của tảng băng chìm. Nếu hai đại lượng x và y có mối quan hệ theo cách sao cho mỗi giá trị của x luôn có một giá trị duy nhất tương ứng của y, thì chúng tạo nên cái được gọi là *hàm số*, mà hàm số thì thực sự là có mặt ở khắp mọi nơi. Dù bạn đang kiểm soát cân nặng hàng ngày của mình trong thời gian ăn kiêng, hay chiều cao của con bạn vào những ngày sinh nhật liên tiếp, hay sự phụ thuộc của lượng xăng hao phí trên mỗi dặm của xe ôtô của bạn vào tốc độ mà bạn lái, tất cả các dữ liệu đó đều có thể được biểu diễn bằng hàm số.

Các hàm số thực sự là bánh mì và bơ của các nhà khoa học, các nhà thống kê và kinh tế học hiện đại. Một khi mà nhiều thí nghiệm khoa học hay những quan sát được lặp đi lặp lại tạo nên cùng những mối tương quan hàm số, thì chúng có thể sẽ có được một vị thế cao là các *quy luật của tự nhiên* - tức những mô tả toán học về một hành vi mà mọi hiện tượng tự nhiên được phát hiện là tuân theo. Chẳng hạn, định luật vạn vật hấp dẫn của Newton, mà chúng ta sẽ còn trở lại ở phần sau của chương này, phát biểu rằng khi khoảng cách giữa hai chất điểm tăng gấp đôi thì lực hấp dẫn giữa chúng luôn giảm đi 4 lần. Chính vì vậy, ý tưởng của Descartes đã mở toang cánh cửa cho sự toán học hóa một cách có hệ thống của gần như mọi thứ - đó chính là điểm cốt lõi của quan điểm cho rằng Thượng đế là nhà toán học. Xét về mặt toán học thuần túy, bằng việc thiết lập sự tương đương giữa hai khía cạnh của toán học (đại số và hình học) mà trước đây được xem là tách rời nhau, Descartes đã mở rộng chân trời của toán học và lát đường tới vũ đài hiện đại của *giải tích*, cho phép các nhà toán học thoải mái đi từ nhánh toán học này sang nhánh toán học khác. Vì vậy không chỉ nhiều hiện tượng trở nên có thể mô tả được nhờ toán học, mà bản thân toán học cũng trở nên rộng hơn, phong phú hơn và thống nhất hơn. Như nhà toán học vĩ đại Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) nói: "Chừng nào mà đại số và hình học còn đi trên hai con đường tách rời nhau thì sự tiến bộ của chúng còn chậm chạp và những ứng dụng của chúng còn hạn chế. Song khi những khoa học này hợp lại với nhau, chúng sẽ lấy từ nhau sinh lực mới và từ đó tiến triển với một nhịp độ nhanh hướng tới sự hoàn thiện."

Cũng quan trọng như những thành tựu của Descartes trong toán học, bản thân ông không hạn chế những hứng thú khoa học của mình chỉ trong toán học. Khoa học, ông nói, giống như một cái cây, với siêu hình học là gốc rễ, vật lý học là thân cây và ba cành chính của nó là cơ học, y học và đạo đức. Sự lựa chọn các nhánh đó thoạt nghe có vẻ hơi bất ngờ, song trong thực tế, các nhánh này tượng trưng rất đẹp cho ba lĩnh vực chính mà Descartes muốn ứng dụng các ý tưởng mới của mình: vũ trụ, cơ thể con người và cách cư xử trong cuộc sống. Descartes đã dành bốn năm đầu trong thời gian sống ở Hà Lan - từ 1629 đến 1633 - để viết cuốn chuyên luận về vũ trụ và vật lý học, *Le Monde (Thế giới)*. Tuy nhiên, ngay khi cuốn sách đã sẵn sàng để xuất bản thì Descartes bị sốc bởi một tin rất khó chịu. Trong bức thư gửi cho bạn ông, một nhà phê bình đồng thời là nhà triết học tự nhiên Marin Mersenne (1588-1648), ông đã than thở:

> Tôi đã định gửi ông cuốn *Thế giới* như là một món quà Năm mới. Hai tuần trước, tôi đã quyết định gửi ông ít nhất là một phần, nếu toàn bộ cuốn sách này chưa được sao chép kịp. Nhưng phải nói là đồng thời tôi cũng đã cất công tìm hiểu ở Leiden và Amsterdam xem liệu cuốn *Hệ thống thế giới* của Galileo đã có chưa, vì tôi nghe nói nó đã được phát hành ở Italia năm ngoái. Người ta còn bảo rằng nó đã được xuất bản ở Italia nhưng tất cả đều đã bị đốt ngay lập tức ở Roma, và rằng Galileo đã bị kết án và trừng phạt. Tôi đã sững sờ về chuyện này đến mức gần như quyết định là sẽ đốt tất cả các trang tôi đã viết, hay ít nhất thì cũng không để cho ai đọc chúng. Bởi tôi không thể tưởng tượng được rằng ông ấy - một người Italia, và theo như tôi hiểu, thì rất được Giáo hoàng ân sủng - lại có thể bị biến thành tội phạm không vì một lý do nào khác hơn là ông ấy đã cố gắng, mà thực sự ông ấy đã làm như vậy, để chứng minh rằng Trái đất đang chuyển động. Tôi biết là một số Hồng y giáo chủ cũng đã chỉ trích quan điểm này, nhưng tôi nghĩ là đã nghe nói

> rằng những điều tương tự như vậy đã được giảng dạy công khai ở Roma. *Tôi phải thừa nhận rằng nếu quan điểm đó là sai lầm thì toàn bộ nền tảng triết học của tôi cũng thế* [nhấn mạnh của tác giả], vì nó được chứng minh từ nền tảng này một cách hoàn toàn rõ ràng. Và nó còn đan bện một cách khăng khít vào tất cả các phần của cuốn chuyên luận của tôi tới mức tôi không thể loại bỏ nó đi mà không làm cho cả cuốn sách bị khiếm khuyết. Nhưng với cả thế giới, tôi không muốn xuất bản một cuốn sách mà trong đó chỉ cần một từ có thể bị Nhà thờ phản đối; vì vậy tôi thà định lại còn hơn là xuất bản nó trong tình trạng bị cắt xén.

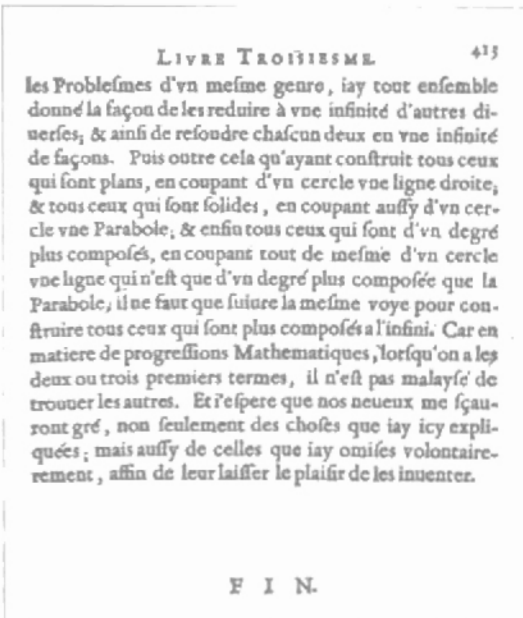
Descartes đã thực sự từ bỏ cuốn *Thế giới* (bản thảo chưa hoàn thiện cuối cùng cũng được xuất bản vào năm 1664), nhưng ông đã đưa hầu hết các kết quả vào cuốn *Các nguyên lý triết học* của mình, được xuất bản vào năm 1644. Trong cuốn chuyên luận trình bày có hệ thống này, Descartes đã giới thiệu các định luật của tự nhiên và lý thuyết của ông về các cuộn xoáy. Hai trong số các định luật của ông rất giống với định luật thứ nhất và thứ hai về chuyển động nổi tiếng của Newton, song những cái còn lại thì thực sự không đúng. Lý thuyết về các cuộn xoáy cho rằng Mặt trời ở trung tâm của một cuộn xoáy được tạo ra trong một thứ vật chất vũ trụ liên tục. Các hành tinh được cho là bị xoáy này cuốn vào chuyển động xung quanh Mặt trời giống như những chiếc lá rơi vào trong một xoáy nước hình thành trên dòng chảy của con sông. Tương tự, các hành tinh cũng được cho là tạo ra những cuộn xoáy thứ hai của chính mình, làm cho các vệ tinh bị cuốn vào chuyển động xung quanh các hành tinh này. Trong khi lý thuyết của Descartes về các cuộn xoáy là sai (như sau này Newton đã chỉ ra một cách không thương xót), nhưng nó vẫn khá thú vị, vì đây là sự cố gắng nghiêm túc đầu tiên nhằm phát biểu một lý thuyết về vũ trụ như một toàn bộ, dựa trên chính những định luật áp dụng trên bề mặt Trái đất. Nói cách khác, với Descartes, không có sự khác biệt giữa các hiện tượng dưới đất và trên trời - Trái đất là một phần của vũ trụ nên nó cũng phải tuân thủ các định luật vật lý phổ quát. Không may là Descartes lại bỏ qua các nguyên lý của chính mình trong việc xây dựng một lý thuyết chi tiết, ông không dựa vào toán học mà cũng chẳng dựa vào quan sát. Tuy nhiên, dù sao thì kịch bản của Descartes, trong đó Mặt trời và các hành tinh bằng cách nào đó đã làm nhiễu loạn vật chất trơn tru của vũ trụ xung quanh chúng, đã có chứa một số yếu tố mà rất lâu sau này trở thành hòn đá tảng của thuyết tương đối về hấp dẫn của Einstein. Trong thuyết tương đối rộng của Einstein, hấp dẫn không phải là một lực bí ẩn tác dụng qua những khoảng cách lớn của không gian. Mà chẳng qua chỉ là, những vật thể lớn như Mặt trời đã làm cong không gian ở vùng lân cận của chúng, tựa như một quả bowling làm cho tấm cao su căng bị lõm xuống. Các hành tinh thì đơn giản là đi theo những con đường ngắn nhất có thể trong không gian bị uốn cong đó.

Trong phần mô tả cực kỳ tóm tắt này về các ý tưởng của Descartes tôi đã bỏ qua một cách có cân nhắc hầu hết các công trình về triết học có ảnh hưởng mạnh mẽ về sau của ông, bởi vì điều này có thể sẽ dẫn chúng ta đi quá xa trọng tâm là bản chất của toán học (tôi sẽ còn trở lại một vài ý tưởng của ông về Chúa ở chương này sau). Tuy nhiên, tôi không thể kìm chế mình không nhắc tới lời bình luận thú vị được viết bởi nhà toán học người Anh Walter William Rouse Ball (1850-1925) vào năm 1908:

> Còn về phần các học thuyết triết học của ông [Descartes], chỉ cần nói rằng ông đã bàn luận về chính những vấn đề đã được tranh cãi trong suốt hai ngàn năm qua và có thể sẽ còn được tranh cãi với sự hăng hái không kém trong hai ngàn năm tới. Khỏi cần phải nói rằng bản thân những vấn đề này là rất quan trọng và hấp dẫn, nhưng từ bản chất của trường hợp này thì chưa có lời giải nào đã được đưa ra là có thể chứng minh hay bác bỏ một cách chặt chẽ; tất cả những cái có thể làm được chỉ là làm cho một giải thích này khả dĩ hơn một giải thích khác mà thôi, và bất cứ khi nào một nhà triết học như Descartes tin rằng, cuối cùng, ông cũng đã giải đáp được một vấn đề thì thể nào cũng có khả năng là những người kế tục ông sẽ chỉ ra những sai lầm trong các giả thuyết của ông. Tôi đã đọc ở đâu đó rằng triết học phần lớn luôn trăn trở chủ yếu với những mối quan hệ qua lại giữa Thượng đế, Tự nhiên và Con người. Những nhà triết học đầu tiên chính là những người Hy Lạp, họ chủ yếu bận tâm với các mối quan hệ giữa Thượng đế và Tự nhiên, và bận tâm đến Con người một cách riêng rẽ. Nhà thờ Thiên chúa giáo lại chăm chú vào mối quan hệ giữa Chúa và Con người tới mức hoàn toàn không đếm xỉa gì đến Tự nhiên. Và cuối cùng thì các nhà triết học hiện đại chủ yếu quan tâm đến mối quan hệ giữa Con người và Tự nhiên. Dù đây có là một sự tổng quát hóa lịch sử của

các quan điểm, từng liên tiếp nhau nổi lên, là đúng đắn hay không, tôi không quan tâm thảo luận ở đây, song phát biểu về phạm vi của triết học hiện đại đã đánh dấu những hạn chế của các tác phẩm của Descartes.

Descartes đã khép lại cuốn sách của mình về hình học bằng những lời như sau: "Tôi hy vọng rằng hậu thế sẽ đánh giá tôi một cách tử tế, không chỉ về những gì mà tôi đã giải thích mà cả về những thứ mà tôi đã cố ý bỏ lại nhằm dành cho những người khác niềm vui khám phá" (Hình 26). Ông không thể biết được rằng có một người mới chỉ 8 tuổi khi Descartes qua đời sẽ đưa những ý tưởng của ông về toán học như là trái tim của khoa


LIVRE TROISIESME. 413

les Problesmes d'vn mesme genre, iay tout ensemble donné la façon de les reduire à vne infinité d'autres diuerses; & ainsi de resoudre chascun deux en vne infinité de façons. Puis outre cela qu'ayant construit tous ceux qui sont plans, en coupant d'vn cercle vne ligne droite; & tous ceux qui sont solides, en coupant aussy d'vn cercle vne Parabole; & enfin tous ceux qui sont d'vn degré plus composés, en coupant tout de mesme d'vn cercle vne ligne qui n'est que d'vn degré plus composée que la Parabole; il ne faut que suiure la mesme voye pour construire tous ceux qui sont plus composés a l'infini. Car en matiere de progressions Mathematiques, lorsqu'on a les deux ou trois premiers termes, il n'est pas malaysé de trouuer les autres. Et i'espere que nos neueux me sçauront gré, non seulement des choses que iay icy expliquées; mais aussy de celles que iay omises volontairement, affin de leur laisser le plaisir de les inuenter.

FIN.

Hình 26

học tiến một bước khổng lồ về phía trước. Thiên tài không trội hơn nay đã có nhiều cơ hội hơn để tận hưởng "niềm vui khám phá" so với bất kỳ cá nhân nào khác trong lịch sử loài người.

Và thế là có ánh sáng

Nhà thơ Anh vĩ đại thế kỷ 18 Alexander Pope (1688-1744) ở độ tuổi 39 khi Isaac Newton (1642-1727) qua đời (H. 27 là mộ của Newton ở trong Tu viện Westminster.) Trong một cặp câu thơ nổi tiếng, Pope đã cố gắng tóm lược những thành tựu của Newton:

Tự nhiên và các quy luật Tự nhiên nằm im lìm trong bóng tối
Thiên Chúa phán, sẽ có Newton! Và tất cả đều bừng sáng.

Gần 100 năm sau khi Newton mất, Lord Byron (1788-1824), trong trường ca *Don Juan* của mình, đã bổ sung những dòng như sau:

Và đó là con người trần duy nhất có thể vật lộn
Kể từ Adam, với sự rơi hay với quả táo.

Với các thế hệ các nhà khoa học sau Newton, ông thực sự đã và vẫn là một nhân vật của những huyền thoại, ngay cả nếu người ta không quan tâm đến huyền thoại. Câu nói nổi tiếng của Newton: "Nếu tôi nhìn được xa hơn chẳng qua là bởi tôi đứng trên vai những người khổng lồ", thường được xem như là một hình mẫu cho sự khoan dung và khiêm nhường mà người ta trông đợi các nhà khoa học bày tỏ khi nói về những khám

Hình 27

phá vĩ đại nhất của họ. Thực ra thì rất có thể Newton đã viết câu đó như một lời đáp lại mỉa mai kín đáo một cách tế nhị cho một bức thư của người mà ông xem là kẻ thù chủ yếu trong khoa học của mình, đó là nhà vật lý và sinh học Robert Hooke (1635-1703). Hooke đã buộc tội Newton về một số trường hợp là đã đánh cắp ý tưởng của ông ta, đầu tiên là lý thuyết về ánh sáng, và sau đó là về hấp dẫn. Vào ngày 20 tháng 1 năm 1676, Hooke đã chấp nhận một giọng hòa giải hơn và trong một bức thư riêng gửi cho Newton, ông ta đã viết: "Ý định của ông và của tôi [liên quan với lý thuyết ánh sáng], theo tôi, là đều nhằm vào cùng một điều, đó là Khám phá ra chân lý, và tôi cho rằng cả hai chúng ta có thể đều phải nghe những lời phản đối". Newton đã quyết định chơi lại theo đúng kiểu cách đó. Trong bức thư đáp lại Hooke, đề ngày 5 tháng 2 năm 1676, ông đã viết: "Điều mà Des-Cartes [Descartes] đã làm là một bước đi tuyệt vời [làm chỉ ý tưởng của Descartes về ánh sáng]. Ngài đã bổ sung thêm rất nhiều cách và đặc biệt là trong việc tính đến màu sắc của các bản mỏng trong suy xét triết học. Nếu tôi đã nhìn được xa hơn thì bởi vì tôi đứng trên vai những người khổng lồ". Vốn còn lâu mới được gọi là người khổng lồ, vì Hooke rất lùn và khổ sở với cái dáng gù xấu xí của mình, nên câu nói nổi tiếng này của Newton có thể chỉ đơn giản có nghĩa là ông cảm thấy mình hoàn toàn chẳng có gì phải hàm ơn Hooke cả! Thực tế, Newton đã tận dụng mọi cơ hội để lăng mạ Hooke, tuyên bố của ông rằng lý thuyết của riêng ông đã phá hủy "tất cả những gì ông ta [Hooke] đã nói" và sự từ chối không chịu đưa xuất bản cuốn sách của chính ông về ánh sáng, cuốn *Quang học*, cho đến tận khi Hooke qua đời, đã cho thấy cách giải thích ở trên về câu nói nổi tiếng này có thể đã không quá cường điệu. Mối hận thù giữa hai nhà khoa học thậm chí còn đạt tới đỉnh cao hơn khi liên quan đến lý thuyết về hấp dẫn. Khi Newton nghe thấy Hooke tuyên bố mình là người sáng tạo ra định luật hấp dẫn, ông đã tỉ mẩn và căm hận xóa bỏ mọi thứ có liên quan đến tên tuổi của Hooke ở phần cuối cuốn sách của ông về chủ đề này. Newton đã viết cho bạn ông là nhà thiên văn Edmond Halley (1656-1742) vào ngày 22 tháng 6 năm 1686:

> Ông ta [Hooke] lẽ ra nên xin lỗi vì sự bất tài của mình. Cứ theo như lời ông ta thì rõ ràng là ông ta không hề biết làm gì với nó. Nhưng bây giờ điều đó chẳng tuyệt vời sao? Các nhà toán học, những người đã có công khám phá, giải quyết và thực hiện tất cả mọi việc, phải tự hài lòng với việc trở thành những người làm tính khô khan và khổ hạnh, còn kẻ khác thì không làm gì

> ngoài việc huyênh hoang và vơ tất cả vào mình mọi thứ và cuỗm đi tất cả các phát minh của những người đi sau cũng như những người đi trước mình.

Ở đây Newton giải thích hết sức rõ ràng tại sao ông cho rằng Hooke không xứng đáng được nhận bất kỳ công trạng nào, đó là vì ông ta không thể phát biểu những ý tưởng của mình bằng ngôn ngữ toán học. Thực vậy, đặc tính khiến cho các lý thuyết của Newton thực sự đứng vững được - đặc tính cố hữu biến chúng trở thành các định luật tất yếu của tự nhiên - đó là chúng đều được diễn đạt bằng những hệ thức toán học nhất quán và sáng rõ như pha lê. Trong khi đó, những ý tưởng lý thuyết của Hooke, mà trong nhiều trường hợp cũng rất tài tình, lại trông chả khác gì một đống những ý kiến cảm tính, những phỏng đoán, và tư biện.

Một cách tình cờ, những biên bản viết tay của Hội Hoàng gia Luân Đôn từ năm 1661 đến năm 1682, tưởng đã bị thất lạc trong một thời gian dài, lại bất ngờ xuất hiện vào tháng 2 năm 2006. Những cuộn giấy da, trong đó có hơn 200 trang bản thảo được viết bởi chính Robert Hooke, đã được tìm thấy trong một ngôi nhà ở Hampshire, Anh quốc, mà người ta nghĩ rằng nó đã được cất giữ trong một cái tủ bếp khoảng 50 năm. Những biên bản từ tháng 12 năm 1679 đã mô tả sự trao đổi thư từ giữa Hooke và Newton trong đó họ thảo luận về một thí nghiệm xác nhận sự quay của Trái đất.

Trở lại với những kỳ công khoa học của Newton, ông đã dùng quan niệm của Descartes - cho rằng vũ trụ có thể được mô tả bởi toán học - và đã biến nó trở thành một thực tại được chấp nhận. Trong phần mở đầu cho tác phẩm bất hủ của ông

Những nguyên lý toán học của triết học tự nhiên (tiếng Latinh: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*; thường được gọi tắt là *Principia*), ông đã tuyên bố:

> Chúng tôi đưa ra tác phẩm này như là những nguyên lý toán học của triết học, vì toàn bộ gánh nặng của triết học dường như được gộp tất ở trong đó - từ các hiện tượng chuyển động cho đến việc nghiên cứu các lực của tự nhiên, và sau đó là từ các lực này tới chứng minh các hiện tượng khác: và đó là cái đích mà các mệnh đề tổng quát trong Quyển thứ nhất và thứ hai hướng tới. Trong Quyển thứ ba, chúng tôi đưa ra một ví dụ về việc áp dụng những điều nói trên để giải thích về Hệ thống Thế giới; nhờ các mệnh đề đã được chứng minh bằng toán học trong hai quyển trước, trong quyển thứ ba, từ các hiện tượng thiên văn, chúng tôi rút ra lực hấp dẫn mà với nó các vật có xu hướng rơi về phía Mặt trời và các hành tinh. Và từ những lực này, bằng các mệnh đề toán học khác, chúng tôi suy ra chuyển động của hành tinh, sao chổi, Mặt trăng và biển.

Khi chúng ta nhận thấy rằng, trong cuốn *Principia*, Newton thực sự đã thực hiện được mọi thứ như ông hứa ở phần mở đầu, thì chỉ có một phản ứng duy nhất là thốt lên: tuyệt vời! Những ám chỉ bóng gió của Newton về vị thế cao hơn tác phẩm của Descartes cũng không sai lầm: Ông đã lựa chọn tiêu đề cuốn sách của mình là *Các nguyên lý toán học*, đối nghịch với của Descartes là *Các nguyên lý của triết học*. Newton cũng theo cùng một phương pháp luận và suy luận toán học ngay cả trong cuốn sách dựa trên thực nghiệm nhiều hơn của ông về ánh sáng, đó là cuốn *Quang học*. Mở đầu cuốn sách ông viết: "Ý muốn của tôi trong cuốn sách này không phải là để giải thích các Tính chất của Ánh sáng bằng các Giả thuyết, mà là đề xuất và chứng minh chúng bằng Lý luận và Thực nghiệm: Để làm điều đó, tôi sẽ đưa ra những định nghĩa và các tiên đề dưới đây". Sau đó ông tiếp tục như thể đây là cuốn sách về hình học Euclid, với các định nghĩa và mệnh đề ngắn gọn. Sau đó, trong phần kết luận, Newton đã nhấn mạnh thêm rằng: "Trong toán học, và do đó cả trong Triết học tự nhiên, sự Nghiên cứu về những Điều phức tạp bằng Phương pháp Phân tích, phải đi trước Phương pháp Tổng hợp".

Chiến công của Newton với bộ công cụ toán học của mình quả là một sự thần kỳ. Thiên tài này, người mà do sự tình cờ của lịch sử đã được sinh ra đúng vào năm Galileo qua đời, đã phát biểu các định luật cơ bản của cơ học, giải mã được những quy luật mô tả chuyển động của các hành tinh, xây dựng nên cơ sở lý thuyết của các hiện tượng ánh sáng và màu sắc, và đặt nền móng cho việc nghiên cứu phép tính vi tích phân. Chỉ riêng những thành tựu này cũng đủ để đưa Newton lên một vị trí danh dự trong số các nhà khoa học kiệt xuất nhất. Nhưng chính những nghiên cứu của ông về hấp dẫn mới đưa ông lên vị trí cao nhất trên bục danh dự dành cho những nhà ảo thuật - vị trí dành cho những nhà khoa học vĩ đại nhất từ trước tới nay. Công trình đó đã bắt cầu qua khoảng trống giữa trời và đất, đã hợp nhất các lĩnh vực thiên văn và vật lý học, và đặt toàn bộ vũ trụ dưới cùng một chiếc ô toán học. Vậy kiệt tác đó - *Principia* - đã được hình thành như thế nào?

Tôi đã bắt đầu nghĩ lực hấp dẫn mở rộng tới quỹ đạo của Mặt trăng

William Stukeley (1687-1765), một nhà vật lý, nhà khảo cổ, bạn của Newton (mặc dù họ chênh nhau hơn 40 tuổi), cuối cùng đã trở thành người viết tiểu sử đầu tiên của nhà khoa học vĩ đại. Trong cuốn *Hồi ức về cuộc đời Ngài Isaac Newton*, chúng ta thấy có đoạn miêu tả về một trong những huyền thoại nổi tiếng nhất trong lịch sử khoa học:

> Ngày 15 tháng 4 năm 1726, tôi đến thăm Ngài Isaac tại nơi ở của ông trong tòa nhà Orbels ở Kensington, ăn cơm với ông và dành cả ngày với ông, một mình... Sau bữa tối, thời tiết trở nên ấm áp, chúng tôi đi ra vườn và uống trà, dưới bóng của một vài cây táo, chỉ có tôi và ông. Giữa cuộc nói chuyện, ông bảo tôi rằng ông đang ở trong tâm trạng y như khi mà trước đây (năm 1666, khi Newton rời Cambridge trở về nhà vì dịch bệnh), ý niệm về hấp dẫn chợt nảy ra trong tâm trí ông. Đó là nhờ một quả táo rơi khi ông đang ngồi suy tư. Tại sao quả táo luôn rơi thẳng đứng xuống đất, ông đã tự hỏi mình. Tại sao nó không rơi sang bên hoặc rơi lên trên, mà lại nhất thiết cứ phải rơi về phía tâm Trái đất? Chắc chắn lý do ở đây là Trái đất đã kéo nó xuống. Phải có một lực kéo trong vật chất: và tổng các lực kéo trong vật chất của Trái đất phải hướng về tâm Trái đất, chứ không phải bên cạnh nó. Do đó, quả táo này phải rơi thẳng đứng, hay hướng về tâm Trái đất. Mà nếu vật chất kéo vật chất, thì lực phải tỷ lệ với

> khối lượng của nó. Vì thế quả táo kéo Trái đất cũng như Trái đất kéo quả táo vậy. Nghĩa là có một lực, cái mà chúng ta gọi ở đây là hấp dẫn, tự nó mở rộng ra khắp vũ trụ... Đây chính là sự ra đời của khám phá vĩ đại này, và từ đó ông đã xây dựng triết học trên một nền tảng vững chắc, khiến cả châu Âu phải kinh ngạc.

Bất luận sự kiện huyền thoại liên quan đến quả táo có thực sự xảy ra vào năm 1666 hay không, nhưng huyền thoại này đã đánh giá khá thấp thiên tài của Newton và chiều sâu lạ thường trong tư duy phân tích của ông. Trong khi chắc chắn là Newton đã viết bản thảo đầu tiên của ông về lý thuyết hấp dẫn trước năm 1669, tức là ông không cần phải nhìn thấy tận mắt một quả táo rơi để biết rằng Trái đất hút các vật ở gần bề mặt của nó. Sự hiểu biết sâu sắc của ông trong việc phát biểu định luật vạn vật hấp dẫn cũng không cần phải bắt nguồn chỉ từ việc nhìn một quả táo rơi. Thực tế, có một số dấu hiệu cho thấy rằng một số khái niệm chủ yếu mà Newton cần để đưa ra một lực hấp dẫn tác dụng trên phạm vi vũ trụ chỉ có thể được thai nghén vào những năm 1684-85. Một ý tưởng có tầm cỡ lớn như vậy là quá hiếm hoi trong biên niên sử của khoa học tới mức ngay cả những người có trí tuệ phi thường - như Newton - để đạt được nó cũng phải sau một chuỗi dài những bước tư duy.

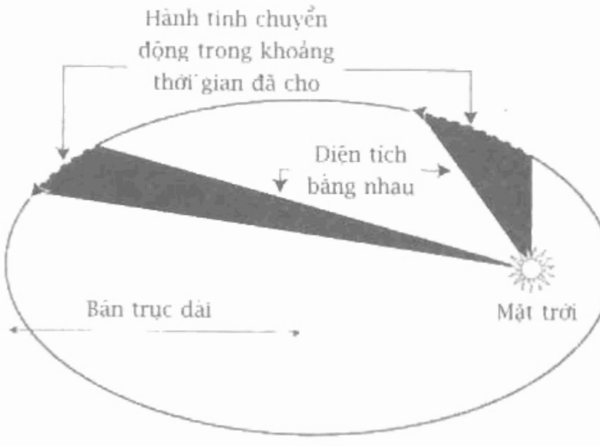
Có thể tất cả được bắt đầu từ thời trẻ của Newton, với cuộc gặp gỡ không mấy mặn mà của ông với cuốn chuyên luận đồ sộ của Euclid về hình học, đó là cuốn *Cơ sở*. Theo sự xác nhận của chính Newton, ông đầu tiên chỉ "đọc tên của các mệnh đề", vì ông nhận thấy chúng dễ hiểu đến mức ông "đã băn khoăn tự hỏi làm sao lại có ai hứng thú viết ra những chứng minh này để làm gì". Mệnh đề đầu tiên thực sự khiến ông phải dừng lại và vẽ mấy đường dựng hình trong cuốn sách của mình, đó là phát biểu: "trong một tam giác vuông, bình phương cạnh huyền bằng tổng bình phương hai cạnh còn lại" - Định lý Pythagoras. Có lẽ phần nào hơi ngạc nhiên là, mặc dù Newton có đọc vài cuốn sách về toán học khi còn học ở trường Trinity College, Cambridge, song ông đã không đọc nhiều tác phẩm đã có vào thời đó. Rõ ràng là ông không cần phải làm như vậy!

Cuốn sách mà có lẽ có ảnh hưởng lớn nhất trong việc dẫn dắt tư duy khoa học và toán học của Newton không phải cuốn nào khác mà lại là cuốn *La Géométrie* của Descartes. Newton đã đọc nó vào năm 1664 và đọc đi đọc lại vài lần, cho đến khi "dần dần bản thân ông hoàn toàn làm chủ được toàn bộ vấn đề". Sự linh hoạt được mang lại bởi khái niệm hàm số và các biến số tự do của nó dường như đã mở ra những khả năng vô tận đối với Newton. Không chỉ hình học giải tích lát đường dẫn tới sự phát minh ra phép tính vi tích phân của Newton, với những khám phá gắn liền với nó về các hàm số, các đường tiếp tuyến và các độ cong, mà cả tinh thần khoa học bên trong con người Newton cũng thực sự rực cháy. Đã qua rồi các phép dựng hình chậm chạp bằng compa và thước kẻ, chúng đã được thay thế bằng những đường cong tùy ý, có thể được biểu diễn bằng các biểu thức đại số. Sau đó, vào năm 1665-66, một dịch bệnh khủng khiếp đã tấn công London. Khi những người chết đã lên đến hàng nghìn mỗi tuần, các trường học ở Cambridge đều bị đóng cửa. Newton buộc phải rời trường và trở về quê, một ngôi làng xa xôi tận Woolsthorpe. Ở đó, trong sự yên tĩnh của làng quê, Newton đã có những nỗ lực đầu tiên nhằm chứng minh rằng lực giữ cho Mặt trăng ở trên quỹ đạo của nó xung quanh Trái đất và lực hấp dẫn của Trái đất (chính là lực đã làm cho quả táo rơi xuống), trong thực tế, chính là một. Newton đã mô tả những cố gắng đầu tiên đó trong một bản ghi nhớ được viết vào năm 1714 như sau:

> Và cùng năm đó [1666] tôi đã bắt đầu suy nghĩ về lực hấp dẫn mở rộng tới quỹ đạo của Mặt trăng, và phát hiện ra làm cách nào để ước tính lực mà với nó [một] quả cầu quay bên trong một mặt cầu tác dụng lên mặt cầu đó, từ Định luật Kepler về chu kỳ quay của các Hành tinh tỷ lệ với lũy thừa bậc 3/2 của khoảng cách từ hành tinh đến tâm quỹ đạo của chúng, tôi đã suy ra rằng các lực giữ Hành tinh ở trên quỹ đạo của chúng phải [là] tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ tâm mà chúng quay quanh: và nhờ việc so sánh lực cần thiết để giữ Mặt trăng trên quỹ đạo của nó với lực hấp dẫn ở bề mặt Trái đất, tôi đã có câu trả lời khá chính xác. Tất cả đều diễn ra trong hai năm dịch bệnh 1665 và 1666, những năm đó là thời gian chủ yếu cho những phát minh của tôi cũng như những suy ngẫm về toán học và triết học nhiều hơn bất kỳ lúc nào khác.

Ở đây Newton muốn nói tới một suy luận quan trọng của ông (từ định luật Kepler về chuyển động của các hành tinh), đó là lực hút hấp dẫn của hai vật thể hình cầu biến thiên tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng. Nói cách khác, nếu khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trăng tăng lên gấp 3 thì lực hấp dẫn mà Mặt trăng phải chịu sẽ nhỏ hơn 9 (tức 3 bình phương) lần.

Vì những lý do hoàn toàn chưa rõ, Newton, về căn bản, đã từ bỏ mọi nghiên cứu nghiêm túc về vấn đề hấp dẫn và chuyển động của các hành tinh cho mãi đến tận năm 1679. Sau đó hai bức thư từ đối thủ của ông là Robert Hooke đã làm hồi sinh sự hứng thú của ông đối với động lực học nói chung và chuyển động của các hành tinh nói riêng. Kết quả của sự hiếu kỳ tái sinh này là hết sức ấn tượng - sử dụng các định luật cơ học mà ông đã phát biểu trước đây, Newton đã chứng minh được định luật thứ hai của Kepler về chuyển động của các hành tinh. Đặc biệt, ông đã chứng tỏ được rằng khi hành tinh chuyển động theo quỹ đạo elíp của nó quanh Mặt trời, đường nối từ hành tinh đến Mặt trời sẽ quét được những diện tích bằng nhau qua những khoảng thời gian bằng nhau (hình 28). Ông cũng đã chứng minh được rằng với "một vật quay theo một hình elíp... thì lực hấp dẫn hướng tới một tiêu điểm của elíp đó... tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách". Đây là những cột mốc quan trọng trên con đường dẫn tới *Principia.*

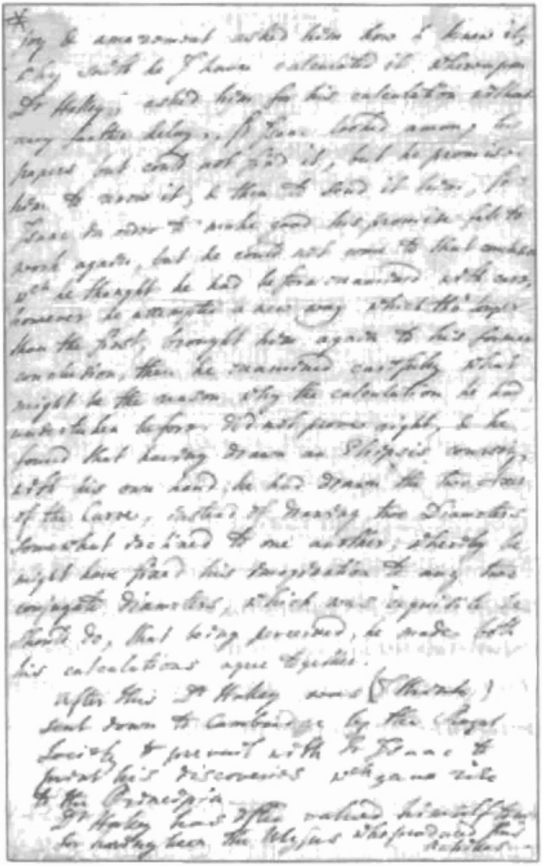


Hình 28

Principia

Halley tới thăm Newton ở Cambridge vào mùa xuân hoặc mùa hè năm 1684. Thỉnh thoảng Halley có bàn luận về các định luật Kepler về chuyển động của các hành tinh với Hooke và với kiến trúc sư nổi tiếng Christopher Wren (11632-1723). Trong những buổi trò chuyện ở quán cà phê này, cả Hooke và Wren đều tuyên bố là đã suy ra định luật nghịch đảo-bình phương của hấp dẫn từ vài năm trước, nhưng cả hai đều không thể xây dựng được một lý thuyết toán học hoàn chỉnh từ sự suy luận này. Halley đã quyết định hỏi Newton một vấn đề quan trọng: Ông có biết hình dạng quỹ đạo của một hành tinh chịu tác dụng của một lực hấp dẫn thay đổi theo quy luật nghịch đảo-bình phương khoảng cách là gì không? Trước sự kinh ngạc của Halley, Newton đã trả lời rằng ông đã chứng minh từ mấy năm trước rằng quỹ đạo đó là một hình elíp. Nhà toán học Abraham Moivre (1667-1754) kể câu chuyện này trong một bản ghi nhớ (trích từ trang được in lại ở hình 29):

> Vào năm 1684, TS. Halley đã đến thăm ông [Newton] ở Cambridge sau khi họ đã gặp nhau vài lần, vị TS. này đã hỏi Newton rằng ông nghĩ đường cong tạo bởi các hành tinh sẽ như thế nào nếu như lực hút về phía Mặt trời tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đến nó. Ngài Isaac đã đáp lại ngay lập tức rằng nó phải là một hình elíp, vị TS sững sờ vì vui mừng và kinh ngạc đã hỏi ông làm thế nào mà biết được điều đó, ông trả lời rằng tôi đã tính toán ra như thế, ngay lập tức TS. Halley lại hỏi tính toán thế nào, Ngài Isaac tìm kiếm



joy & amazement asked him how he knew it, why saith he I have calculated it, whereupon Dr Halley asked him for his calculation without any farther delay, Sr Isaac looked among his papers but could not find it, but he promised him to renew it, & then to send it him, Sr Isaac in order to make good his promise fell to work again, but he could not come to that conclusion wch he thought he had before examined with care, however he attempted a new way which tho longer than the first, brought him again to his former conclusion, then he examined carefully what might be the reason why the calculation he had undertaken before did not prove right, & he found that having drawn an Ellipsis coursely with his own hand, he had drawn the two Axes of the Curve, instead of drawing two Diameters somewhat inclined to one another, whereby he might have fixed his imagination to any two conjugate Diameters, which was requisite he should do, that being perceived, he made both his calculations agree together.

After this Dr Halley was (I think) sent down to Cambridge by the Royal Society to prevail with Sr Isaac to print his discoveries wch gave rise to the Principia.

Dr Halley had often valued himself for having been the Ulysses who produced this Achilles.

Hình 29

một hồi trong đống giấy tờ của mình nhưng không tìm ra, bèn hứa là ông sẽ viết lại rồi gửi cho sau.

Halley thực tế đã đến thăm Newton một lần nữa vào tháng 11 năm 1684. Giữa hai lần tới thăm đó, Newton đã làm việc điên cuồng. De Moivre đã mô tả tóm lược cho chúng ta thấy:

Để giữ lời hứa của mình, Ngài Isaac đã làm việc cật lực lần nữa, song ông không thể đi đến kết luận mà ông nghĩ là đã xem xét rất cẩn thận trước đó, tuy nhiên ông bèn thử một cách khác, mất thời gian hơn lần đầu, và đã mang lại kết quả như cũ, sau đó ông đã nghiên cứu kỹ lưỡng lý do tại sao những tính toán mà ông đã tiến hành trước đó lại tỏ ra không đúng, và... ông đã làm cho hai tính toán đó của mình phù hợp với nhau.

Bản tóm tắt khô khan này thậm chí còn chưa nói cho chúng ta biết điều mà Newton đã thực sự hoàn thành trong thời gian vài tháng giữa hai lần tới thăm của Halley. Ông đã viết toàn bộ một chuyên luận, *De Motu Corporum in Gyrum* (*Chuyển động của các vật thể quay*), mà trong đó, ông đã chứng minh hầu hết mọi khía cạnh của các vật thể quay theo quỹ đạo tròn hoặc êlíp, chứng minh tất cả các định luật của Kepler và thậm chí còn giải quyết cả chuyển động của một hạt trong môi trường có lực cản (như không khí, chẳng hạn). Halley đã rất choáng ngợp. Với sự thỏa mãn của mình, ít nhất là ông đã cố gắng thuyết phục Newton cho xuất bản tất cả những khám phá thực sự kinh ngạc này - và *Principia* cuối cùng cũng sắp sửa xuất hiện.

Ban đầu, Newton xem cuốn sách này chẳng qua chỉ là một phiên bản phần nào chi tiết hơn và mở rộng hơn chuyên luận *De Motu* của mình thôi. Tuy nhiên, khi bắt tay vào viết thì ông nhận ra rằng một số chủ đề cần được suy nghĩ kỹ hơn. Đặc biệt là hai điểm vẫn khiến Newton phải trăn trở. Một là: Newton ban đầu phát biểu định luật của mình về lực hấp dẫn trong trường hợp Mặt trời, Trái đất và các hành tinh được coi là các chất điểm toán học, không có kích thước. Tất nhiên, ông biết điều đó là không đúng, do đó ông xem kết quả của mình chỉ là gần đúng khi áp dụng cho hệ Mặt trời. Một số người thậm chí còn đoán rằng ông đã từ bỏ một lần nữa việc theo đuổi chủ đề về hấp dẫn sau năm 1679 là bởi vì ông không thỏa mãn về hiện trạng của vấn đề. Tình hình liên quan đến lực tác dụng lên quả táo thậm chí còn tồi tệ hơn. Rõ ràng là phần Trái đất nằm ngay dưới quả táo thì có khoảng cách ngắn hơn nhiều so với phần ở phía bên kia của Trái đất. Vậy thì làm thế nào có thể tính được lực hấp dẫn tổng hợp? Nhà thiên văn Herbert Hall Turner (1861-1930) đã mô tả sự đấu tranh trong tư tưởng của Newton trong một bài báo đăng trên tờ *Times* ở London vào ngày 19 tháng 3 năm 1927.

> Vào thời gian đó, ý tưởng chung về một lực hút thay đổi tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đã xuất hiện trong đầu ông, song ông đã nhìn thấy những khó khăn nghiêm trọng ở sự áp dụng của nó một cách hoàn chỉnh mà những trí tuệ kém hơn không ý thức được... Ông đã không vượt qua được điều quan trọng nhất cho mãi đến năm 1685... Đó là sự liên kết giữa sức hút của Trái đất lên một vật thể ở rất xa như Mặt trăng với sức hút lên quả táo ở rất gần bề mặt của nó. Trong trường hợp trước, các hạt khác nhau tạo nên Trái đất (Newton hy vọng sẽ mở rộng định luật này cho các hạt đó một cách riêng rẽ, và điều đó làm cho định luật có tính phổ quát) có khoảng cách đến Mặt trăng không khác nhau quá nhiều cả về độ lớn lẫn về hướng; song khoảng cách của chúng tới quả táo thì lại khác nhau rất dễ thấy ở cả về độ lớn lẫn về hướng.

> Vậy trong trường hợp thứ hai, làm thế nào có thể cộng được các lực hút riêng rẽ thành một lực tổng hợp đơn nhất? Và những lực riêng rẽ ấy có thể tập trung ở cái "trọng tâm" nào, nếu có?

Sự đột phá cuối cùng đã đến vào mùa xuân năm 1685. Newton đã cố gắng chứng minh một định lý quan trọng: Với hai vật thể hình cầu, "tổng lực mà vật này hút vật kia sẽ tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa tâm của chúng". Điều đó có nghĩa là, các vật thể hình cầu cũng hấp dẫn nhau như thể chúng là các chất điểm tập trung tại tâm của chúng. Tầm quan trọng của chứng minh đẹp đẽ này đã được nhà toán học James Whitbread Lee Glaisher (1848-1928) nhấn mạnh. Trong bài phát biểu của mình tại lễ kỷ niệm hai trăm năm ra đời cuốn *Principia* của Newton (năm 1887), Glaisher đã nói:

> Trước khi toàn bộ cơ chế của vũ trụ lập tức phơi bày trước mắt ông, Newton đã chứng minh được định lý tuyệt vời này - và chúng ta biết từ chính lời ông nói rằng ông không hề chờ đợi có được một kết quả đẹp đẽ như vậy cho tới khi nó hiện ra từ nghiên cứu toán học của ông... Những mệnh đề này có lẽ sẽ khác biết bao dưới con mắt của Newton khi ông nhận ra rằng các kết quả, mà ông tin là chỉ gần đúng khi áp dụng vào hệ Mặt trời, hóa ra lại thực sự là chính xác!... Chúng ta có thể tưởng tượng được tác dụng của sự chuyển tiếp đột ngột này từ chỗ gần đúng thành chính xác đối với việc kích thích trí óc của Newton có những nỗ lực còn lớn lao hơn. Chính lúc này trong năng lực của ông là

> lúc áp dụng giải tích toán với sự chính xác tuyệt đối vào những vấn đề thực sự của thiên văn học.

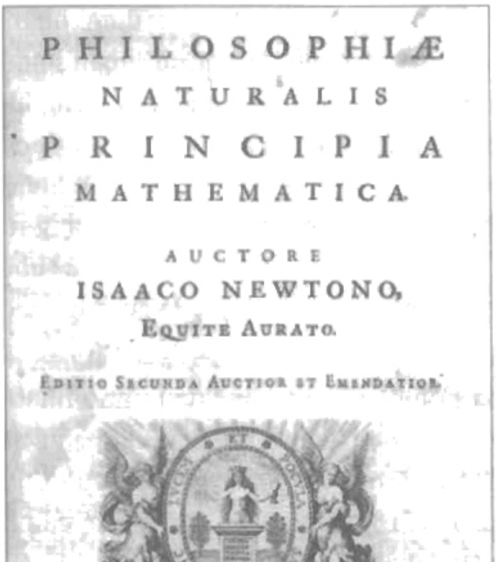
Điểm thứ hai rõ ràng vẫn khiến Newton trăn trở khi ông viết bản thảo ban đầu của cuốn *De Motu*, là thực tế rằng ông đã bỏ qua ảnh hưởng của các lực mà các hành tinh hấp dẫn Mặt trời. Nói cách khác, trong dự thảo ban đầu của mình, ông đã quy Mặt trời về chỉ còn là một tâm lực không chuyển động thuộc loại, mà theo lời của Newton, là "khó có thể tồn tại" trong thế giới thực. Sự quy giản này mâu thuẫn với định luật thứ 3 của chính Newton về chuyển động, mà theo đó "tác dụng của các vật hút và bị hút luôn là tương hỗ và có cùng độ lớn". Mỗi hành tinh hút Mặt trời với một lực đúng bằng lực mà Mặt trời hút hành tinh. Do đó, ông nói thêm: "nếu có hai vật [như Trái đất và Mặt trời], không hút cũng không bị hút thì mới có thể đứng yên". Sự thừa nhận có vẻ như không quan trọng này thực sự lại là một bàn đạp quan trọng hướng tới khái niệm vạn vật hấp dẫn. Chúng ta có thể thử phỏng đoán dòng tư duy của Newton: Nếu Mặt trời đẩy Trái đất, thì Trái đất cũng sẽ phải đẩy Mặt trời với cùng độ lớn. Như vậy, Trái đất sẽ không chỉ đơn giản quay xung quanh Mặt trời mà đúng hơn là cả hai cùng quay xung quanh một trọng tâm chung. Nhưng đó chưa phải là tất cả. Tất cả những hành tinh khác cũng đều hút Mặt trời và thực sự thì mỗi hành tinh cũng nhận được sức hút không chỉ từ Mặt trời, mà còn từ các hành tinh khác. Cùng kiểu lôgic như vậy có thể áp dụng cho Mộc tinh và các vệ tinh của nó, với Trái đất và Mặt trăng, và thậm chí với một quả táo và Trái đất. Và kết luận này là rất đáng kinh ngạc ở sự đơn giản của nó: *chỉ có một lực hấp dẫn, và nó tác dụng giữa hai khối lượng, ở bất kỳ đâu* *trong vũ tru*. Đó là tất cả những gì Newton đã bổ sung. Cuốn *Principia* với 510 trang dày đặc chữ Latinh - đã được xuất bản vào tháng 7 năm 1687.

Newton đã tiến hành quan sát va thực nghiệm với độ chính xác chỉ khoảng 4%, thế mà dựa vào đó ông đã thiết lập được môt đinh luật toán học về hấp dẫn có độ chính xác còn hơn 1 phần triệu. Lần đầu tiên ông đã thống nhất được *những giải thích* về các hiện tượng tư nhiên với sức mạnh *tiên đoán* của các kết quả quan sát. Vật lý và toán học đã mãi mãi trở nên gắn bó mật thiết vơi nhau, trong khi sự chia tay của khoa học và triết học lại trở nên la điều không thể tránh khỏi.

Lần xuất bản thư hai của *Principia*, được biên tập lại toàn diện bởi Newton và đặc biệt là bởi nhà toán học Roger Cotes (1682-1716), là vào năm 1713 (hình 30 la trang bìa của lần tai bản này). Newton, người chưa bao giờ bày tỏ thiện cảm với ai, thậm chí trong lời nói đầu của cuốn sách còn không buồn cảm ơn Cotes đối với công việc biên tập quá ư nặng nhọc của ông này. Dù vậy, khi Cotes qua đời vì bị sốt cao ở tuổi 33, Newton cũng có bày tỏ một chút cảm kích: "Nếu ông ấy còn sống thì chúng ta chắc sẽ biết thêm được điều gì đó".

Điều hơi lạ là một số nhận xét đáng nhớ nhất của Newton về Thương đế chỉ xuất hiện như là ý nghĩ sau này trong lần xuất bản thứ hai. Trong một bức thư gửi cho Cotes vào ngày 28 tháng 3 năm 1713, chưa đầy 3 tháng trước khi hoàn thành lần xuất bản thứ hai của *Principia*, Newton đã thêm vào câu sau: "Bàn về Thượng đế từ các hiện tượng [của tự nhiên] chắc chắn là thuộc về triết học tự nhiên". Thực sư thì Newton đã bày tỏ ý tưởng của mình về một Thượng đế "vĩnh cửu và vô hạn, có quyền năng tuyệt đối và toàn tri" trong "Phần chú giải chung" - phần mà ông xem như là chi tiết hoàn tất cuối cùng đối với *Principia*.

Nhưng liệu vai trò của Thượng đế có còn không thay đổi trong cái thế giới toán học ngày càng tăng trưởng này? Hay Thượng đế ngày càng được cảm nhận như là một nhà toán học? Xét cho cùng, cho đến trước khi ra đời định luật về hấp dẫn, thì chuyển động của các hành tinh được coi như là một trong những tác phẩm không hề sai sót của Thượng đế. Vậy Newton và Descartes đã nhìn nhận sự dịch chuyển này như thế nào trong sự nhấn mạnh tới những giải thích khoa học về tự nhiên?


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

AUCTORE
ISAACO NEWTONO,
EQUITE AURATO.

EDITIO SECUNDA AUCTIOR ET EMENDATIOR.

CANTABRIGIÆ, MDCCXIII.

Hình 30

Nhà toán học Thượng đế của Newton và Descartes

Như hầu hết mọi người trong thời đại của họ, cả Newton và Descartes đều là những người theo đạo. Nhà văn người Pháp được biết đến với bút danh Voltaire (1694-1778), người đã viết khá bao quát về Newton, đã nói một câu nổi tiếng rằng "nếu Thượng đế không tồn tại thì chúng ta cần phát minh ra Ngài".

Đối với Newton, chính sự tồn tại của thế giới này và tính có quy luật toán học của vũ trụ quan sát được chính là bằng chứng về sự hiện diện của Thượng đế. Dạng lý luận nhân quả này lần đầu tiên được sử dụng bởi nhà thần học Thomas Aquinas (khoảng 1225-1274), và những lập luận này được xếp vào loại triết học chung với cái nhãn là *lập luận vũ trụ học* và *lập luận mục đích luận*. Nói một cách đơn giản, lập luận vũ trụ học cho rằng vì thế giới vật lý bằng cách nào đó phải đi đến sự tồn tại nên phải có một Nguyên nhân Ban đầu, mà cụ thể đó là Đấng sáng tạo. Lập luận mục đích luận, hay *lập luận từ bản thiết kế*, cố gắng đưa ra bằng chứng về sự tồn tại của Thượng đế từ bản thiết kế rõ ràng của thế giới. Đây là những tư tưởng của Newton, được trình bày trong cuốn *Principia*: "Hệ thống đẹp nhất của Mặt trời, các hành tinh và sao chổi, chỉ có thể xuất phát từ sự chỉ giáo và chi phối của một Đấng trí tuệ và đầy quyền năng. Và nếu các ngôi sao cố định là tâm của những hệ thống khác tương tự thì chúng, được tạo bởi sự chỉ giáo sáng suốt, cũng phải chịu sự chi phối của Ngài." Giá trị của những lập luận vũ trụ học, mục đích luận hay những thứ tương tự như là chứng minh cho sự tồn tại của Thượng đế đã từng là chủ đề tranh cãi giữa các nhà triết học trong nhiều thế kỷ. Ấn tượng của cá nhân tôi luôn là: những người theo chủ nghĩa hữu thần thì không cần những lập luận này để tin còn những người vô thần thì không hề bị thuyết phục bởi những lập luận đó.

Newton đã bổ sung thêm một nút xoắn nữa, dựa trên tính phổ quát của các định luật của ông. Thực tế là toàn bộ vũ trụ bị chi phối bởi cùng một số các định luật và dường như rất ổn định cũng được ông coi là một bằng chứng nữa về bàn tay dẫn dắt của Thượng đế, "đặc biệt là vì ánh sáng của các ngôi sao cố định có *cùng bản chất* [nhấn mạnh của tác giả] với ánh sáng của Mặt trời, và từ mỗi hệ thống ánh sáng đi vào tất cả các hệ thống khác: và để cho các hệ thống những ngôi sao cố định không rơi vào nhau, do lực hấp dẫn của chúng, Ngài phải đặt các hệ thống ở cách nhau những khoảng cách rất lớn".

Trong cuốn *Quang học* của ông, Newton đã nói một cách rõ ràng rằng ông không tin các định luật của tự nhiên tự chúng đã đủ để giải thích sự tồn tại của vũ trụ - Thượng đế là một đấng sáng tạo và duy trì mọi nguyên tử tạo nên vật chất vũ trụ: "Chính là Ngài [Thượng đế] đã tạo nên chúng [nguyên tử] để sắp đặt chúng theo trật tự. Và nếu Ngài làm như vậy, thì sẽ là phi triết học nếu đi tìm kiếm bất kỳ Nguồn gốc nào khác của Thế giới, hay giả vờ rằng nó được tạo ra từ Hỗn mang chỉ nhờ vào các Định luật của Tự nhiên". Nói cách khác, với Newton, Thượng đế là một nhà toán học (trong số những điều khác nữa), không phải theo ý nghĩa tu từ mà là theo nghĩa đen - Thượng đế đấng sáng tạo đã mang đến sự tồn tại cho thế giới vật lý, một thế giới được chi phối bởi các định luật toán học.

Có thiên hướng triết học hơn nhiều so với Newton, Descartes cực kỳ bận tâm đến việc chứng minh sự tồn tại của Thượng đế. Với ông, con đường từ sự chắc chắn ở sự tồn tại của chính chúng ta ("Tôi tư duy nghĩa là tôi tồn tại") tới khả năng của chúng ta trong việc dệt nên một tấm thảm của khoa học khách quan phải đi qua một chứng minh không thể bác bỏ về sự tồn tại của một Thượng đế cực kỳ hoàn hảo. Ông cho rằng Thượng đế này là một nguồn tối hậu của tất cả mọi chân lý và là người đảm bảo duy nhất cho độ tin cậy của lý luận của con người. Lập luận lòng vòng mập mờ này (được gọi là *vòng tròn Descartes*) đã bị chỉ trích ngay ở thời Descartes, đặc biệt là nhà triết học, thần học và toán học người Pháp Antoine Arnauld (1612-94). Arnauld đã đặt ra một câu hỏi có tính hủy diệt ngay trong sự đơn giản của nó: Nếu chúng ta cần chứng minh sự tồn tại của Thượng đế bảo đảm hiệu lực của quá trình tư duy của con người, vậy thì làm thế nào chúng ta có thể tin được sự chứng minh ấy khi mà bản thân nó là một sản phẩm của trí tuệ con người? Trong khi Descartes đã cố gắng tuyệt vọng để thoát khỏi cái vòng tròn lý luận luẩn quẩn này, thì rất nhiều nhà triết học đi theo ông cũng không nhận thấy những nỗ lực của ông là có sức thuyết phục. "Chứng minh phụ thêm" của Descartes về sự tồn tại của Thượng đế cũng đáng nghi vấn không kém. Nó được xếp vào loại triết học chung có tên là *lập luận bản thể học*. Nhà thần học triết học St. Anselm ở Canterbury (1033-1109) lần đầu tiên đưa ra kiểu lập luận này vào năm 1078 và kể từ đó nó đã nổi lên dưới nhiều hình thức. Kết cấu lôgic này đại khái như sau: Thượng đế, theo định nghĩa, là hoàn hảo tới mức Ngài là đấng vĩ đại nhất có thể tưởng tượng được. Nhưng nếu Thượng đế không tồn tại thì có thể tưởng tượng được một đấng còn vĩ đại hơn - người mà ngoài sự may mắn là có được sự hoàn hảo của Thượng đế ra cũng còn tồn tại nữa. Điều này mâu thuẫn với định nghĩa của Thượng đế là một đấng vĩ đại nhất có thể tưởng tượng được - do đó Thượng đế phải tồn tại. Theo lời Descartes thì: "Sự tồn tại có thể tách rời bản chất của Thượng đế thì cũng không hơn gì thực tế là các góc của một tam giác bằng hai góc vuông có thể tách rời khỏi bản chất của một tam giác".

Kiểu lươn lẹo lôgic này không thuyết phục được nhiều nhà triết học, và họ cho rằng để chứng minh được sự tồn tại của bất kì điều gì là hệ quả lôgic trong thế giới vật lý, và đặc biệt điều đó lại vĩ đại như là Thượng đế, thì lôgic không thôi là chưa đủ.

Kỳ lạ nữa là, Descartes lại bị kết tội là cổ vũ cho thuyết vô thần và các tác phẩm của ông bị liệt vào danh mục các cuốn sách bị cấm của Giáo hội Cơ đốc vào năm 1667. Đây quả là một sự phán xét kỳ cục trước sự khăng khăng của Descartes về sự tồn tại của Chúa như là một người đảm bảo tối thượng của chân lý.

Gạt sang một bên những vấn đề triết học thuần túy, đối với mục đích hiện tại của chúng ta, điều thú vị nhất trong quan điểm của Descartes là cho rằng Thượng đế sáng tạo ra tất cả "các chân lý vĩnh cửu". Đặc biệt, ông tuyên bố rằng "những chân lý toán học mà bạn coi là vĩnh cửu đã được thiết lập bởi Thượng đế và phụ thuộc vào Ngài hoàn toàn không kém gì phần còn lại của những gì Người sáng tạo ra". Vì vậy mà Thượng đế theo học thuyết của Descartes còn hơn cả một nhà toán học, theo nghĩa là người sáng tạo ra cả toán học và thế giới vật lý, một thế giới lại hoàn toàn dựa vào toán học. Theo thế giới quan này, một thế giới quan thịnh hành vào cuối thế kỷ 17, thì loài người rõ ràng là chỉ *khám phá* ra toán học chứ không phải là phát minh ra nó.

Đáng kể hơn là, các tác phẩm của Galileo, Descartes và Newton đã làm thay đổi mối quan hệ giữa toán học và khoa học theo một cách rất sâu sắc. Trước tiên, sự phát triển bùng nổ trong khoa học đã trở thành những động lực mạnh mẽ thúc đẩy những nghiên cứu toán học. Thứ hai, thông qua các định luật của Newton, ngày càng có nhiều lĩnh vực toán học thậm chí trừu tượng hơn, như giải tích, đã trở thành *cốt lõi* của những giải thích vật lý. Cuối cùng và có lẽ là quan trọng nhất, ranh giới giữa toán học và khoa học đã trở nên mờ nhạt khó có thể nhận ra, hầu như tới mức hợp nhất hoàn toàn giữa những nhận thức toán học sâu xa và những khu vực thám hiểm rộng lớn. Tất cả sự phát triển này đã tạo nên sự hứng khởi cao độ đối với toán học mà có lẽ người ta không được chứng kiến kể từ thời Hy Lạp cổ đại. Các nhà toán học cảm thấy rằng thế giới chính là dành cho họ chinh phục và nó cũng gợi mở cho họ những tiềm năng vô hạn để khám phá.