

Gia đình hạt nhân

Nhưng đây là chuyện đã cũ và xưa nay vẫn vậy: cái gì đã xảy ra từ xa xưa với những người Khắc kỷ thì ngày nay vẫn xảy ra, kể từ cái buổi mà triết học bắt đầu tin vào bản thân mình. Nó luôn sáng tạo ra thế giới dựa trên hình ảnh của chính mình; nó không thể làm khác được.

F. Nietzsche

Một trong những bước phát triển lạ lùng của cuộc sống hiện đại là huyền thoại hóa các loại vũ khí hạt nhân. Đây là một hiệu ứng mang đặc tính thể hệ mà tôi quan sát thấy qua những cuộc trò chuyện với mọi tầng lớp sinh viên, cũng như quan sát thấy ở chính các con trai tôi. Họ thấy khía cạnh con người của chiến tranh là hết sức khó hiểu, và suy nghĩ về máy thử đó như những quyền năng trừu tượng, chứ không chịu xem đó như những tác nhân gây chết chóc. Điều này đã hằn sâu vào óc tôi khi đưa cậu con cả đi xem viên bảo tàng bom nguyên tử ở Hiroshima vào hè năm ngoái. Nó hoàn toàn không thể hiểu nổi sự khủng khiếp của bom hạt nhân, và khi nhìn ra ngoài cái khung nhà mái vòm nổi tiếng bị bom còn sót lại, nó chỉ còn biết chúm mắt vào các nhạc công đường phố chơi đàn ghi ta cạnh bờ sông, và đám trẻ cùng trang lứa mặc áo bơi đang phóng mô-tô nước hiệu Kawasaki trên mặt sông. Việc mang vũ khí hạt nhân ra sử dụng càng lùi xa vào quá khứ bao nhiêu thì thử công nghệ này lại càng trở nên hão huyền bấy nhiêu trong tâm thức của

nền văn minh, chẳng mấy khác biệt so với những con tàu vũ trụ và những rôbot biến hình bị nổ tung trong các chương trình phim hoạt hình sáng thứ Bảy.

Thật đáng buồn, vũ khí hạt nhân lại là một đóng góp về mặt kỹ nghệ có tính giắt gân nhất của vật lý học, và đã nâng ngành khoa học này lên tầm cao vói vói vào những năm 1950, đồng thời lại gắn cho nó một vết nhơ không bao giờ phai mờ kể từ đó cho tới nay. Việc bôi nhọ như vậy vốn mang tính quy giản luận. Việc phát hiện ra phóng xạ và những nghiên cứu tiếp sau đó về phản ứng hạt nhân đã dẫn đến sự phát triển năng lượng nguyên tử. Điều này, đến lượt nó, lại đưa đến cho mọi người thói quen đặt tất cả mọi thứ dưới sự chi phối của những định luật của hạt nhân nguyên tử - một hiệu ứng phần nào được gây ra bởi lượng tiền quá lớn đầu tư cho ngành vật lý sau chiến tranh, ngầm hiểu là để phát triển vũ khí hạt nhân.¹ Cũng là tự nhiên khi thế giới quan của một người bị ảnh hưởng bởi cách mà người đó kiếm sống. Con sâu làm rầu nồi canh, trong khoa học hay ở đâu khác thì cũng vậy thôi.

Trở trêu là những nguyên lý vật lý liên quan tới vũ khí hạt nhân lại chẳng có gì tinh vi mà cũng chẳng có gì rối rắm cho lắm. Ở phòng thí nghiệm Livermore nơi tôi thường làm việc, mọi người cứ liên tục bàn về việc tại sao lại phải loại bỏ nghiên cứu vật lý hạt nhân, vì theo mọi người thì nó đâu có phải là nguyên nhân của việc sử dụng vũ khí hạt nhân. Những vụ nổ hạt nhân thì khác gì lửa cháy. Một khi tập hợp đủ nguyên liệu rồi thì bạn chỉ cần kích mồi phản ứng để nó xảy ra và bùng lên thôi. Đó là điều thực sự đáng sợ khi bàn về công nghệ này và là lý do mà các chính phủ trên thế giới tỏ ra

¹ Chi phí trực tiếp cho vũ khí hạt nhân kể từ năm 1940 được một nghiên cứu do Viên Brookings tiến hành, ước tính khoảng 5 ngàn tỷ đô la. Xem S.I. Schwartz, *Atomic Audit: the cost and Consequences of the U.S. Nuclear Weapons since 1940* (Brookings Inst. Press, Washington DC, 1998). Chi phí "hỗ trợ" khoa học thì khó ước tính hơn, vì khó định nghĩa rõ ràng hỗ trợ là như thế nào. Ngân sách của Department of Energy (Bộ Năng lượng) năm 2008 là 700 triệu đô la cho vật lý, 300 triệu đô la cho vật lý hạt nhân, và 300 triệu đô la cho nghiên cứu phản ứng nhiệt hạch. Xem <http://www.aip.org/enews/fyi/2001/134.html>.

hết sức hoang mang về việc phổ biến nhiên liệu phân hạch. Một khi có các bộ phận rồi thì việc chế tạo vũ khí hạt nhân chẳng có gì khó.

Vào những năm 1930, người ta đã phát hiện ra rằng phóng xạ cũng rất giống với hóa học, chỉ khác nhau về tầm cỡ,¹ Hạt nhân nguyên tử nhỏ hơn nguyên tử tới khoảng một triệu lần, nhưng trong mỗi phản ứng thì hạt nhân lại giải phóng nhiệt lượng nhiều hơn cả triệu lần. Bản thân các phản ứng bao hàm việc một số các mảnh của hạt nhân bị bắn ra ngoài, việc các hạt nhân bắt giữ những electron lân cận, và việc hợp nhất hai hạt nhân nhỏ thành một hạt nhân lớn hơn; tất cả đều tương tự như những phản ứng cháy trong hóa học. Những quá trình nói trên cũng tuân theo cùng các định luật của cơ học lượng tử như trong hóa học. Sự khác biệt có ý nghĩa nhất ở đây chỉ là, các lực tác dụng giữa các thành phần khác nhau của hạt nhân không hề đơn giản. Trong hóa học, chỉ có một lực cơ bản duy nhất tác dụng là lực điện, ngoài ra không có lực nào khác, nhưng trong phản ứng hạt nhân còn có những lực không thể mô tả một cách đơn giản và được biết dưới cái tên đầy cảm hứng là lực hạt nhân.

Có thể coi lực hạt nhân giống như cuộc gặp gỡ đầu tiên của một sinh viên với ý tưởng cho rằng không gian trống rỗng thực ra là không trống rỗng. Việc nắm vững được sự thực này - một nghi lễ chuyển cấp trong vật lý học - là một việc kỳ thú nhưng đồng thời cũng gây rối trí, giống như việc định dẫn bạn gái trốn vào chỗ tối rồi chợt phát hiện ra là đi nhầm vào nhà ngủ tập thể. Do mọi người trong phòng đều say giấc và ngáy o o nên mặc dù hành trạng của bạn cũng đã phải khác đi, nhưng xét cho cùng thì hai người cũng vẫn là riêng tư. Tương tự như vậy, về cơ bản thì bên trong một hạt nhân chỉ có các proton và neutron, nhưng hành trạng của chúng bị thay đổi bởi môi trường mà chúng chuyển động qua, mặc dù nhìn

¹ Giáo trình vật lý hạt nhân rõ ràng nhất vẫn là quyển *Nuclei and Particles: An Introduction to Nuclear and Subnuclear Physics* của E.Sergei (Nhà xuất bản Benjamin Cummings, San Francisco, 1977).

bề ngoài thì môi trường đó chỉ là một không gian trống rỗng. Trong cả hai trường hợp, môi trường xung quanh chỉ thụ động khi người ta tiến hành một thí nghiệm tinh tế, giống như trong phòng ngủ tập thể người ta chỉ được thì thầm và đi nhón chân. Trong trường hợp này, mọi thứ sẽ tuân theo một lý thuyết trong đó không có gì khác ngoài các diễn viên chính và những mối tương tác giữa họ với nhau, tuy cũng bất thường và phức tạp. Nhưng trong một thí nghiệm dữ dội hơn thì bản chất động lực của môi trường trở nên rõ nét, và mọi lý thuyết kiểu như trên đều sẽ thất bại.

Trong vật lý hạt nhân thì sự dữ dội là thường xuyên, vì những lực tương tác giữa các proton và neutron là vô cùng lớn. Những nỗ lực bỏ ra để tiến hành một thí nghiệm tinh tế đối với hạt nhân đều không tránh khỏi có kết cục giống như trong phim hoạt hình của Gary Larson, "Pillsbury Doughboy vớ phải Dịch vụ Trái nhựa và Lát đường của Frank". Thông thường trong thực tế thì người ta không cố thử, mà thay vì thế người ta tìm cách cho hai hạt nhân có vận tốc lớn va vào nhau xem cái gì xảy ra tiếp đó. Trớ trêu thay, một trong số ít ỏi những hiệu ứng tinh tế trong vật lý hạt nhân hóa ra lại là sự phân hạch của urani do các neutron nhiệt. Sự tinh cờ kỳ diệu của tự nhiên khiến cho một neutron di chuyển không nhanh hơn một phân tử khí thông thường lại có thể khởi phát phản ứng đó, qua đó khuếch đại năng lượng của neutron đó lên gấp một trăm triệu lần. Tính chất đặc biệt này của urani khiến cho việc sử dụng lò phản ứng hạt nhân dùng nước làm trung gian trở nên khả thi.

Cũng giống như nhiều người khác, tôi cũng đã có một đôi kinh nghiệm cá nhân về những không gian tưởng chừng như trống rỗng nhưng lại không như vậy. Vào đầu thập kỷ 1970, khi còn là lính, tôi quyết định đi Thụy Sĩ chơi vào dịp nghỉ cuối tuần với một đồng đội nữa cùng đơn vị. Để cho tiện, chúng tôi quyết định đi bằng tàu hỏa, nhưng thế nào lại nhớ mất một chuyến ở Stuttgart, và khi đến Zurich thì đêm đã khuya nên không còn chuyến tốc hành nội tuyến

nào dẫn đến các nhà ga khác cả. Vào giờ khuya khoắt này thì cũng không thuê phòng được, và chúng tôi đã làm một việc đại dột, mà cho tới giờ vẫn còn ân hận là băng qua đường vào một công viên gần đó, mở túi ngủ ra và ngủ trên ghế băng. Nói cho oai thôi chứ tất nhiên là có ngủ được mấy đâu. Chúng tôi đâu có được "một mình". Thật vậy, suốt đêm dài trong công viên vẫn liên tục nhận nhịp, và tôi chưa bao giờ thấy vui đến thế khi mặt trời mọc vào sáng sớm hôm sau. Ai còn không tin rằng không gian trống rỗng chỉ là chuyện hư cấu thì nên qua đêm ở công viên là biết ngay.

Lần gặp gỡ thứ hai, trực tiếp hơn, của tôi với bài toán không gian là khả năng kỳ lạ sản sinh ra các hạt của các hạt nhân. Một trong những dạng phóng xạ phổ biến là phân rã beta, bao gồm việc phát ra một electron vận tốc cao kèm với một phản-neutrino, một đối tượng như ma, có khả năng xuyên qua tâm trái đất mà không va chạm với bất kỳ thứ gì. Người ta giải thích hiệu ứng này là do neutron, một thành tố cấu thành nên hạt nhân, đã "chuyển hóa" thành proton, một thành tố khác của hạt nhân, cộng với một electron và một phản-neutrino, hạt mà sau đó biến mất. Cách kiến giải này nhất quán với những đặc tính của một neutron tự do được giải phóng ra khỏi hạt nhân; neutron này cũng "chuyển hóa" đúng hệt theo lối ấy trong vòng một phút. Trong quá trình đó, nó cũng có thể "chuyển hóa" một người thành bệnh nhân ung thư, nếu anh ta không cẩn thận - đó là lý do vì sao người ta cứ hay cử một sinh viên cao học xuống sửa các phổ kế neutron thay vì tự mình làm. Do vậy, điều đó khiến người ta mô tả neutron như một trạng thái liên kết của một proton, một electron, và một phản-neutrino mà trạng thái này có thể tự tách rời ra theo cách tựa như một nguyên tử hay một phân tử không bền trong một phản ứng hóa học. Không may là hóa ra lại còn có một dạng phân rã beta nữa, trong đó có một proton trong hạt nhân "chuyển hóa" ngược thành một neutron, giải phóng ra một hạt phản-electron và một neutrino. Vậy là không những không chính xác mà cũng chẳng có ích gì khi cho rằng neutron được cấu thành bởi một proton cộng

với các thứ khác. Cái khiến cho tính tương đồng với hóa học bị phủ bác chính là sự tồn tại của các phản hạt - những phiên bản của các hạt thông thường, nhưng có những đặc tính trái ngược - và khả năng của hạt nhân trong việc hình thành phóng xạ từ chân không những cặp hạt bất kỳ lúc nào tùy thích, miễn là nó kiếm được đủ năng lượng cần thiết. Việc người ta phát hiện thấy dạng phân rã beta phụ thuộc vào quỹ năng lượng của lực hạt nhân khiến ta chỉ rất gần đây chợt có cảm tưởng rằng trong hạt nhân số lượng nơtron có hình hơn chút ít so với số lượng proton.

Phản vật chất là một trong những sự thực la lung của tự nhiên diễn rõ tới mức những nhà văn viết truyện khoa học giả tưởng cũng chưa dám từ đó bịa ra nhiều chuyện lắm. Nó là một bản sao chính xác của vật chất thông thường, ngoại trừ mọi điện tích đều trái dấu, nên khi tương tác với vật chất thông thường, nó sẽ gây ra một vụ nổ kinh hoàng, tiêu hủy tất cả mọi thứ, để lại đằng sau một bầy tia gamma dữ tợn - thuật ngữ của các nhà vật lý hạt nhân dùng để gọi ánh sáng với bước sóng ngắn. Vụ nổ này chính là hiệu ứng đã cung cấp năng lượng cho tàu vũ trụ mang tên *Enterprise* trong bộ phim *Star Trek*. Tôi luôn cảm thấy rằng trong *Star Trek* người ta đã không tỏ ra tôn trọng đúng mức đối với các tia gamma, và rằng những tay kỹ sư khốn khổ làm việc trên con tàu lẽ ra phải được phát đồ lót bằng chì để phù hợp với thực tế. Có lẽ điều này cất nghĩa việc người ngoài hành tinh từ đâu đến. Tuy nhiên, không giống như trong *Star Trek*, phản vật chất là có thật. Nó được tạo ra hàng ngày bởi sự phân rã phóng xạ và các phòng thí nghiệm gia tốc lớn trên thế giới.

Sự hiện hữu và những đặc tính của phản vật chất là manh mối cực kỳ quan trọng để tìm hiểu bản chất của vũ trụ. Từ những năm 1920, người ta đã phát hiện ra rằng việc viết các phương trình lượng tử cho chuyển động của một hạt cô lập để có thể diễn tả chính xác hành trạng được đo của nó ở cả những vận tốc cao lẫn những vận tốc thấp, là điều không thể thực hiện được về cơ bản. Giải pháp đơn

giàn nhất lúc đó - và hóa ra lại là giải pháp chính xác về mặt thực nghiệm - là mô tả không gian như là một hệ nhiều hạt tương tự với một hòn đá bình thường. Đây không phải là một phát biểu hoàn toàn chính xác, vì Paul Dirac đã trình bày lý thuyết tương đối về electron trước khi người ta hiểu về các electron và các lỗ trống trong chất rắn ở dạng tinh thể, nhưng khi nhìn lại vấn đề thì rõ ràng đó là cùng một ý tưởng mà thôi. Chẳng hạn, trong silic nguyên tố, nơi có rất nhiều electron bị khóa cứng vào các liên kết hóa học, ta có thể bứt một electron ra khỏi liên kết hóa học để tạo ra một lỗ trống. Lỗ trống này có thể cơ động, và hành xử giống hệt như một electron dư được thêm vào silic, chỉ trừ việc nó mang điện tích trái dấu. Đó chính là hiệu ứng phân vật chất. Điều không may là ý tưởng về lỗ trống chẳng có nghĩa gì nếu thiếu một cái gì đó tương tự về mặt vật lý với độ dài liên kết của vật rắn, vì độ dài này cố định mật độ electron mà người ta đã bứt ra. Không có nó, mật độ electron nền sẽ là vô hạn. Tuy nhiên, một độ dài như vậy lại mâu thuẫn một cách căn bản với nguyên lý tương đối, vốn ngăn cấm không gian không được có bất cứ một thang kích thước được thiên vị nào. Người ta vẫn chưa tìm ra lời giải nào cho nan đề này. Thay vào đó, các nhà vật lý đã phát triển một kỹ thuật ngữ nghĩa thông minh để vá vôi. Thế là thay vì các lỗ trống, người ta nói đến các phản hạt. Thay vì độ dài liên kết, người ta nói về một khái niệm trừu tượng gọi là kỹ thuật cắt cực tím, một độ dài cực ngắn được đưa thêm vào bài toán để điều chỉnh nó - tức là làm cho nó trở nên có nghĩa. Người ta đơn giản bỏ qua các phép tính toán ở dưới thang độ dài này, xem như các phương trình ở đó trở nên mất hiệu lực, vì đến đây là đã chạm đến độ dài liên kết. Người ta thực hiện kỹ thuật cắt trong mọi quá trình tính toán, và cuối cùng lập luận rằng nó là quá nhỏ nên không thể đo đạc được, do đó coi như là không tồn tại.

Bài toán về kỹ thuật cắt cực tím làm tôi nhớ đến một cảnh trong bộ phim hài *Frankenstein Thời Trẻ* của đạo diễn Mel Brooks, khi

tiến sĩ Frankenstein hỏi người hầu gù lưng Igor của mình là anh ta sống với cái bấu của mình như thế nào, và Igor đã trả lời bằng cách hỏi lại "Cái bấu nào cơ ạ?". Rất nhiều những gì thuộc về điện động lực học lượng tử - sự mô tả toán học cách mà ánh sáng liên hệ với cái đại dương electron nhìn bề ngoài như đang như tràn ngập vũ trụ - đều được thu gọn lại thành việc chứng minh cho khả năng không thể đo được của ngưỡng cực tím. Mỗi liên hệ này, vốn rất rộng, chứa một hệ quả hết sức hấp dẫn, đó là, ánh sáng thực có dính dáng đến sự chuyển động của một thứ gì đó đang chiếm giữ chân không của không gian, cụ thể là tất cả các electron (và cả những thứ khác nữa), mặc dù quy mô của sự chuyển động này lại phụ thuộc một cách rất nhạy vào giá trị của ngưỡng cực tím, là đại lượng mà ta không biết. Có vô số các luận cứ được đưa ra xung quanh việc đâu là phép chỉnh lý khả quan nhất, liệu thực sự có ngưỡng cực tím hay chỉ là võ đoán, liệu có phải hy sinh tính tương đối hay không, và ai là quả thiên cặn nên không nhìn thấy chân lý. Thật vô cùng rắc rối. Việc hy vọng có thể vượt qua được bài toán cực tím còn là nguyên nhân sâu xa hơn tạo ra sức quyến rũ của lý thuyết dây, một mô hình vi mô về chân không, vốn đã thất bại trong việc cắt nghĩa tất cả những gì đo được.

Nguồn gốc của tình trạng điên đảo này rất dễ được nhận biết nếu người ta chỉ cần đứng lùi ra xa bài toán và xem xét nó như một toàn thể. Những tính chất của không gian trống rỗng có liên quan đến đời sống của chúng ta bộc lộ mọi dấu hiệu cho thấy chúng là những hiện tượng đột sinh vốn đặc trưng cho một pha của vật chất. Chúng rất đơn giản, chính xác, không phụ thuộc mạnh vào một mô hình nhất định nào, và mang tính phổ quát. Điều đó giải thích tại sao sự không nhạy cảm đối với ngưỡng cực tím là có ý nghĩa vật lý.

Những nét tương đồng giữa chân không trong không gian và các pha vật chất ở nhiệt độ thấp là điều huyền thoại trong vật lý học. Không những các pha là các trạng thái lượng tử tĩnh, đồng đều, mà

những chuyển động nội tại tinh tế nhất của chúng lại cũng không thể phân biệt được về mặt vật lý với các hạt cơ bản *nói một cách chung nhất*.¹ Đây là một trong những thực kiện đáng kinh ngạc nhất trong khoa học, và cũng là điều luôn khiến các sinh viên bối rối và khó tin. Nhưng rốt cuộc họ cũng bị thuyết phục sau khi chứng kiến đủ nhiều các thí nghiệm, vì bằng chứng có rất nhiều và lại rất nhất quán. Thực vậy, người ta càng nghiên cứu sâu sự mô tả toán học các pha lạnh bao nhiêu, thì người ta càng trở nên quen thuộc hơn với việc sử dụng các hệ thuật ngữ song song có thể hoán đổi lẫn nhau để nói về vật chất và không gian. Chẳng hạn, thay vì nói một pha của vật chất, ta nói về một chân không. Thay vì nói các hạt, ta nói các kích thích. Thay vì các chuyển động tập thể, ta nói các chuẩn hạt [quasiparticle]. Tiền tố "chuẩn" [quasi] hóa ra chỉ là dấu tích của những cuộc tranh cãi trong lịch sử về ý nghĩa vật lý của những đối tượng nói trên chứ bản thân nó không mang nghĩa gì. Trong những cuộc trò chuyện riêng tư, người ta không đề cập tới nghĩa của nó mà chỉ đề cập đến các đối tượng được xem như các hạt.

Đáng tiếc là những pha ở nhiệt độ không tuyệt đối lại không phải là những thứ có sức lôi cuốn cho lắm, ít nhất là có vẻ như thế, nên sự ám ảnh của mọi người về chúng dễ dàng trở thành cái đích cho những chuyện hài về chuyên môn. Chẳng hạn, khi còn là một sinh viên giữa thập niên 1970 tôi có nghe kể lại một màn kịch vui nói về chúng dựa theo một bài báo nổi tiếng trên tờ *National Lampoon* viết về Dan Blocker, diễn viên từng sắm vai Hoss trong chương trình truyền hình mang tên *Vận Hên*. Dan lúc đó mới mắt vì chứng tắc mạch máu phổi, và một người nào đó trong ban biên tập quyết định rằng sẽ rất hài hước nếu họ tổ chức "phòng vấn" anh để hỏi đủ kiểu

¹ Tài liệu tham khảo kinh điển về cơ học lượng tử năng lượng thấp của vật chất là quyển *Quantum Theory of Solid* của C. Kittel (Nhà xuất bản Wiley, New York, 1987). Xem thêm J.R. Schrieffer, *Theory of Superconductivity* (Nhà xuất bản Benjamin Cummings, San Francisco, 1983).

câu hỏi về chương trình biểu diễn, về những sự kiện trong ngày, về các bộ phim mới nhất, v.v..., còn anh thì sẽ liên tục trả lời những câu hỏi đó bằng cách lặng thinh. Trong cuộc phỏng vấn giả đó, Dan được hóa thân thành một bình khí hêli-3, và vấn người phóng viên đó hỏi anh các câu hỏi về cuộc đời mới của anh, rằng anh cảm thấy thế nào khi để dòng chảy cuốn đi, rằng có khi nào anh ở trạng thái kích thích không, rằng anh phản ứng thế nào với áp suất, kiểu như vậy. Đó là những gì đã diễn ra tại MIT.

Tuy nhiên, xét từ một góc độ chín chắn hơn thì sự ám ảnh nay không hề nực cười một chút nào. Các cá nhân đã làm việc trong những hệ thống này hết sức tận tâm, trong một số trường hợp còn làm ảnh hưởng đến tình trạng tài chính của mình, vì những pha ở nhiệt độ không (khác với các chất bán dẫn và những kim loại thông thường) chẳng mang lại giá trị kinh tế là bao nhiêu, và do đó bị các quỹ và các nhà đầu tư coi thường. Nhưng có cái may là khối công việc này lại đặc biệt đáng tin cậy, và vì nó là kết quả của một quá trình lao động đầy đam mê và được tiến hành với sự thận trọng cao và cởi mở. Đó là lý do vì sao mà chúng ta tin tưởng chắc chắn rằng sự giống nhau giữa những phần hạt và những lỗ trống trong các chất cách điện dưới dạng tinh thể là chính xác, bền vững và phổ quát. Đó cũng là lý do vì sao ta nhận biết được sự giống nhau này có thể được mở rộng ra cho kim loại siêu dẫn và cho hêli-3 siêu chảy, một chất hoàn toàn đồng nhất, không có trật tự tinh thể.¹ Đó cũng lại là lý do khiến ta biết được rằng cả chất siêu chảy và khí đều cùng tồn tại,² và rằng vật chất bên trong một hạt nhân nguyên tử có dạng

¹ Có rất nhiều tài liệu nghiên cứu về ^3He . Xem D. Vollhardt và P. Wölfle, *The superfluid Phases of Helium 3* (Nxb Taylor and Francis, London, 1990); D. D. Osheroff, *Rev. Mod. Phys.* 69, 667 (1997); G. E. Volovik, *Exotic Properties of Superfluid ^3He* (Nxb World, Singapore, 1998). Xem thêm <http://boojum.hut.fi/research/theory/>.

² Pha lỏng đã được hiểu tương tện, nhưng pha khí chỉ mới được phát hiện gần đây. Nó thường được đề cập đến như là hiện tượng "ngưng tụ Bose-Einstein" nguyên tử. Xem M.H. Anderson et. al., *Science* 269, 198 (1995).

lồng. Phần chót này chính là cơ sở khái niệm giúp ta hiểu được các sao neutron¹ và hiểu được lớp vỏ cứng của thể tinh thể lượng tử lỏng vốn có thể được hình thành trên bề mặt của những sao neutron.²

Sau các electron và các lỗ trống, ví dụ đơn giản nhất về sự đột sinh của các hạt trong các khối đá là hiện tượng lượng tử hóa âm thanh. Hiện tượng đáng kinh ngạc này là thứ gần gũi nhất với phép màu có thực mà tôi được biết. Âm thanh là thứ rất quen thuộc đối với mọi người với tư cách là sự dao động của vật liệu đàn hồi, mà điển hình là không khí, nhưng cũng bao gồm cả những bức tường cứng, như ta thừa biết khi có ngủ mà hàng xóm thì đang tiệc tùng âm ĩ. Trong hai môi trường nói trên, âm thanh trong các chất rắn đáng quan tâm hơn xét từ góc độ lượng tử, vì nó tiếp tục tồn tại và có nghĩa ngay cả ở các nhiệt độ siêu thấp. Các đo đạc được thực hiện ở những nhiệt độ như vậy cho thấy nó có dạng hạt. Ví dụ, giả sử áp sát một bộ biến âm vào một vật rắn rồi bật máy để truyền âm thanh vào đó, sau đó giảm cường độ để hạ thấp mức âm. Máy thu ở phía đầu kia của vật rắn nhận được không phải một âm thanh yếu mà là các xung năng lượng sắc nét đến vào những thời điểm ngẫu nhiên. Sự truyền phát các xung được lượng tử hóa này chuyển thành dạng truyền phát âm thanh quen thuộc khi cường độ tăng lên - một ví dụ thường ngày về sự đột sinh của thực tại kiểu Newton từ cơ học lượng tử. Nhưng tại cường độ thấp, sự đột sinh này không xảy ra, và kết luận không thể tránh được là các hạt âm thanh là hiện hữu thực sự, mặc dù chúng không hiện hữu khi chất rắn bị phân tách thành các nguyên tử. Các hạt này đột sinh, cũng giống hệt như bản thân chất rắn vậy.

¹ Có rất nhiều tài liệu về vật liệu neutron và bên trong lòng các sao neutron. Xem J. Saham, *J. de Phys.* 41, C2-9 (1980) và J.A. Sauls, "Superfluidity in the Interiors of Neutron Stars", *Tuning Neutron Stars*, H. Ogelman, E. Van den Heuvel, và J. vann Paradis, eds. (Nxb Kluwer, Dordrecht, 1989), trang 441-490.

² Xem A.D. Kaminker et al *Astron. Astrophys.* 343, 1009 (1999).

Hiện tượng lượng tử hóa âm thanh là một ví dụ đặc biệt rõ ràng để nhận biết sự đột sinh của hạt, vì nó có thể được tính toán một cách chính xác, tới từng chi tiết nhỏ, xuất phát từ những định luật cơ học lượng tử chi phối các nguyên tử - với điều kiện mặc định ngay từ đầu là các nguyên tử đã được tinh thể hóa một cách hoàn toàn. Cái mà ta gọi là âm thanh lượng tử hóa là một đặc điểm phổ quát của trạng thái tinh thể. Hiện tượng này là ví dụ có tính nguyên mẫu của định lý Goldstone, theo đó các hạt tất yếu phải đột sinh ở bất cứ dạng vật chất nào bộc lộ sự phá vỡ đối xứng một cách tự phát. Các phép phân tích cũng đã chỉ ra rằng các hạt âm thanh càng đạt được tính toán ven hơn khi cao độ của âm tương ứng hạ thấp xuống, và trở nên chính xác tại giới hạn của âm thanh thấp. Lượng tử âm thanh có cao độ rất cao khi truyền qua chất rắn có thể phân rã theo xác suất thành hai hay nhiều lượng tử âm thanh có độ cao thấp hơn; sự phân rã này giống như sự phân rã của một hạt nhân phóng xạ hay một hạt cơ bản như hạt pion. Sự phân rã của chúng hóa ra cũng giống như tính phi tuyến đàn hồi - sự biến dạng của chất rắn không tỷ lệ thuận với ứng suất tác dụng lên nó khi ứng suất lớn, đúng như những gì xảy ra ngay trước thời điểm gãy. Nhưng bởi vì tính phi tuyến này trở nên ngày càng không quan trọng khi bước sóng của âm thanh tăng lên, cho nên thang thời gian của sự phân rã cũng tăng lên và trở thành vô cùng lớn khi âm thanh thấp dần xuống. Lượng tử hóa âm thanh là một trường hợp tuyệt đẹp của việc phép màu trong vật lý được chứng minh thông qua những phép phân tích kỹ càng rằng nó không phải là một phép màu, mà chẳng qua chỉ là một sai lầm của trực giác.

Những tính chất lượng tử của âm thanh hoàn toàn đồng nhất với những tính chất lượng tử của ánh sáng. Điều này hết sức quan trọng, vì nó không hiển nhiên tí nào nếu cho âm thanh là một chuyển động tập thể của vật chất đàn hồi, trong khi ánh sáng nhìn bề ngoài có vẻ như không phải thế. Sự giống nhau ở đây được bộc lộ một cách

đơn giản và trực tiếp nhất bởi nhiệt dung. Khả năng giữ nhiệt của các chất cách điện tinh thể trong những môi trường đông lạnh luôn giảm tỷ lệ nghịch với lập phương nhiệt độ. Hiệu ứng này là một hệ quả của vật lý lượng tử, vì rất dễ chỉ ra rằng nhiệt dung phải là một hằng số và có giá trị lớn (ở nhiệt độ phòng), nếu tất cả các nguyên tử đều tuân theo các định luật của Newton. Nhiệt dung của không gian trống rỗng cũng tuân theo quy tắc này một cách chính xác. Tất nhiên là không gian không phải là trống rỗng khi bị hâm nóng, nó chứa đầy ánh sáng mà màu sắc và cường độ của ánh sáng phụ thuộc vào nhiệt độ. Hiệu ứng này là rất quen thuộc đối với ánh sáng đỏ phát ra từ hồ phách khi bị nung nóng, và đối với ánh sáng trắng rực rỡ phát ra từ dây tóc bóng đèn hay từ bề mặt mặt trời. Tương tự như vậy, một tinh thể ấm cũng sẽ chứa đầy âm thanh. Trong cả hai trường hợp, sự phụ thuộc của nhiệt dung vào nhiệt độ được cắt nghĩa một cách định lượng bởi định luật Plank, một biểu thức đơn giản xuất phát từ giả thuyết cho rằng ánh sáng hay âm thanh chỉ có thể được sinh ra hay bị hủy theo những lượng gián đoạn.¹ Thực vậy, biểu thức về nhiệt dung của tinh thể rắn cũng chỉ đơn giản là biểu thức nhiệt dung của không gian trống rỗng, mà trong đó vận tốc ánh sáng được thay bằng vận tốc âm thanh. Lượng tử âm thanh đột sinh, được gọi là *phonon*, giống một cách lạ lùng với lượng tử ánh sáng, tức *photon*. Rất nhiều thí nghiệm đã khẳng định sự tương đương về mặt vật lý giữa hai loại hạt trên, trong số đó có những thí nghiệm rất đẹp và thông minh.²

Sự tương tự giữa các phonon và các photon rõ ràng đặt ra câu hỏi:

¹ Công thức để tính nhiệt lượng trên một đơn vị thể tích ánh sáng và âm là $u^{\text{ánh sáng}} = (\pi^2/15) k_B T / (\hbar c)^3$ và $U^{\text{âm thanh}} / \mathcal{V}^{\text{âm thanh}} = (c/v)^3 + 0,5 (c/v)^2$, với v_x và v_y là tốc độ âm thanh ngang và dọc.

² Một trong các thí nghiệm mà tôi ưa thích là sử dụng một photon duy nhất tạo ra bởi một spin ngược, để đo bề dày của tấm phim heli chì mỏng cỡ vài nguyên tử. Xem E.S. Sabisky và C.H. Anderson, *Phys. Rev. A* 7, 790, (1973). Xem thêm D.J. Bishop và J.D. Reppy, *Phys. Rev. Lett.* 40, 1727 (1978) và chú thích trong bài báo.

vật liệu bản thân ánh sáng có là đột sinh hay không? Ở chỗ này ta phải thận trọng tách vấn đề chính đáng coi chân không là một pha ra khỏi vấn đề không có thật là liệu nó có phải là một pha mà ta biết rồi hay không. Luận cứ chung cho rằng chân không không phải là một pha bởi vì nó không phải là chất rắn (đúng là như vậy), thì cũng giống như luận cứ cho rằng kẻ hấp hối là kẻ không bị bệnh vì đó không phải bệnh đậu mùa. Người ta chưa khám phá ra hết các pha của vật chất, và rõ ràng là chúng không thể được suy ra từ các nguyên lý cơ bản. Điều đó là đúng kể cả đối với thế giới hóa học hàng ngày, và càng đúng hơn nữa trong thế giới rộng lớn hơn của những nền tảng vi mô khả dĩ của vũ trụ. Để suy nghĩ về vật chất một cách tích cực, ta cần phải tập trung vào những gì mà ta biết chứ đừng tập trung vào việc lý thuyết hóa một cách quá đáng. Sự tương tự giữa âm thanh và ánh sáng cần phải được cắt nghĩa rõ ràng, vì không có lý do hiển nhiên nào khiến cho cơ học lượng tử của chúng là như nhau. Trong trường hợp âm thanh, sự lượng tử hóa có thể suy ra được từ những định luật nền tảng của cơ học lượng tử mà các nguyên tử phải tuân theo. Trong trường hợp ánh sáng thì ta lại phải thừa nhận điều đó. Kết luận lỏng lẻo về mặt logic này gây nhiều hoang mang, và là điều mà các nhà vật lý chúng ta muốn giấu nhem đi bằng cách sử dụng ngôn ngữ hình thức. Thế là ta nói luôn rằng ánh sáng và âm thanh đều cùng tuân theo định luật Planck nhờ sự lượng tử hóa chính tắc và bản chất boson của các bậc tự do cơ bản. Nhưng như thế đâu gọi là giải thích, vì cách suy luận ở đây là luẩn quẩn. Tước bỏ tính phức hợp của nó đi thì "lượng tử hóa chính tắc" chẳng qua chỉ là quy về việc đòi hỏi ánh sáng phải có những tính chất khuôn theo những tính chất của âm thanh.

Ánh sáng có một khía cạnh gây nhiều tranh cãi, đó là hiệu ứng chuẩn [*gauge*], mà trong âm thanh không có gì giống thế, và thường được sử dụng để lập luận rằng ánh sáng không thể là đột sinh. Luận cứ này là sai, vì còn có hàng lô cách để người ta có thể hình dung

ra ánh sáng là đột sinh, nhưng đầu sao thì hiệu ứng nói trên cũng là một cái gì đó nghiêm túc xét về mặt quan niệm để chỉ rõ sự khác biệt quan trọng về mặt vật lý giữa ánh sáng và âm thanh. Biểu hiện đơn giản nhất của nó nằm ở nhiệt dung. Khi có sóng âm truyền qua, một nguyên tử cho trước sẽ bị chuyển dịch đi một chút ra khỏi vị trí tĩnh của nó trong mạng. Nguyên tử có ba cách khác biệt để làm điều đó - trái-phải, trên-dưới và tiến-lui - mỗi cách đóng góp một cách riêng biệt cho nhiệt dung, và cụ thể là phải nhân kết quả cuối cùng lên ba lần. Trong khi đó thì hệ số nhân tương ứng đối với ánh sáng chỉ là hai, mặc dù ánh sáng cũng là sự chuyển dịch của một cái gì đó. Trên một trục nào đó trong ba trục thì đơn giản là vật liệu của vũ trụ, bất kể là thứ vật liệu gì, không thể dao động - ít nhất là trên ở những thang thời gian liên quan đến các nhiệt độ mà thí nghiệm có thể tiến cận được - hay không thể giữ nhiệt. Người ta không biết được đâu là nguyên do vi mô là cơ sở của hiện tượng đó, do đó trong vật lý hiện đại nó được coi như một định đề.

Tuy nhiên, việc chỉ đơn giản chấp nhận hiệu ứng chuẩn bằng cách đưa ra một định nghĩa dẫn đến một loạt những khía cạnh khó chịu nom có vẻ như những cách biện minh lỏng lẻo của một phép kiến giải theo lối quy giản luận đối với một hiện tượng đột sinh - giống như kiểu vài vụn bông ngô trong chạn bát là bằng chứng của việc nhà có chuột. Hóa ra là, chẳng hạn, việc làm cho cả một mode dao động biến mất là một việc rất khó, nhất là là khi nó dính líu đến chuyển động của các đối tượng - các electron trong chân không - vốn tự chúng dao động một cách hoàn hảo theo cả ba chiều không gian. Bí quyết ở đây là phải mặc định rằng hàm sóng kiểu cơ học lượng tử của ánh sáng bị vướng víu theo một cách nào đó với toàn bộ vật chất tích điện trong vũ trụ - bao gồm cả vật chất vùi lấp trong bản thân chân không của không gian - trước khi có một sự tiếp xúc vật lý giữa chúng với nhau. Một khi đã được xác lập, sự vướng víu này tồn tại vĩnh cửu và ngăn cấm không cho một số điều có thể xảy

ra. Ngoài ra, còn có một sự bất tương thích căn bản giữa hiệu ứng chuẩn với nguyên lý tương đối, mà người ta phải tạm giấu nó dưới thảm bằng cách vận dụng kỹ thuật cắt cực tím. Cuối cùng, còn có vấn đề là, những chuyển động “phi vật lý” của các sóng được mã hóa trong sự vướng víu lại bắt đầu cuộc sống như những chuyển động vật lý trong các phép mô tả toán học, và trở lại thành những chuyển động phi vật lý chỉ đến khi kết thúc tính toán, vì thực tế là chúng không thể đo được.

Một ứng viên nghiêm túc cho một nguyên nhân đột sinh của hiệu ứng chuẩn chính là tính siêu dẫn. Tính chính xác của hiệu ứng Meissner đã ngụ ý sự tương đẳng ai cũng biết giữa tính siêu dẫn và hiệu ứng chuẩn, và sự tương đẳng ấy cũng lại là lý do để người ta thường gọi sự bắt đầu của tính siêu dẫn là sự phá vỡ đối xứng chuẩn. Đó cũng là lý do vì sao tính siêu chảy lại là một thành phần cốt lõi của phần lớn các mô hình trong đó một nguyên lý chuẩn có thể đột sinh. Cho tới nay, tất cả các mô hình được xây dựng theo cách đó đều tỏ ra giả tạo không thỏa đáng, không hẳn vì chúng sai, mà vì không thể chứng minh là chúng sai. Với trình độ thí nghiệm hiện nay thì những mô hình này không có gì khác biệt nhau, hoặc khác biệt với những mô hình trong đó nguyên lý chuẩn chỉ đơn giản là một nguyên lý được mặc định. Việc trong thực tiễn người ta chấp nhận tuyên bố rằng những thứ không đo được là những thứ không tồn tại - ngay cả khi vấn đề khúc mắc xuất phát từ bản thân những sai sót của thí nghiệm - cũng là một vấn đề cần được bàn cãi.

Một trường hợp về sự đột sinh của các đặc tính chân không ít gây tranh cãi hơn cả là mối quan hệ đặc biệt mà người ta thấy được giữa một bên là các lực điện và lực gây phân rã hạt nhân, với bên kia là khối lượng của hai hạt cơ bản đặc biệt có tên là các boson W và Z .¹ Nằm đằng sau mối quan hệ này là ý tưởng vật lý cho rằng chất lỏng siêu dẫn - chính xác hơn là một sự trừu tượng hóa đa thành

¹ Xem P.M. Watkins, *Story of the W and Z* (Nxb Cambridge U. Press, London, 1986).

phần của một chất lỏng như vậy - tràn ngập vũ trụ và làm biến đổi lực điện để tạo ra lực hạt nhân yếu, tựa tựa như một chất siêu dẫn trong phòng thí nghiệm làm biến đổi các lực điện vậy. Chất lỏng này còn có những chuyển động tung tóe, ma cũng giống như âm thanh trong chất rắn, chúng được lượng tử hóa và vì vậy trong thí nghiệm chúng có những biểu hiện giống như những hạt.¹ Chuyển động tung tóe tương ứng của chất siêu dẫn, gọi là *plasmon*, thường xuyên được quan sát thấy trong những thí nghiệm với kính hiển vi điện tử.² Không những người ta quan sát được sự tồn tại của các boson W và Z, mà sự khác biệt rất nhỏ giữa khối lượng của chúng lại chình xac bằng với giá trị cần thiết của những khác biệt quan sát được giữa cường độ của lực hạt nhân và cường độ của lực điện. Liệu chất lỏng này thực sự tồn tại hay không còn là vấn đề gây tranh cãi, vì hạt Higgs, một chuyển động tung tóe phức tạp của chất lỏng, chưa được quan sát thấy. Nguyên nhân có lẽ chắc chắn là do những hạn chế của các máy gia tốc hiện hành, và phần lớn các nhà vật lý đều kỳ vọng rằng hạt Higgs sẽ sớm được tìm thấy.

Nhiều khía cạnh khác của chân không cũng rất có vẻ đáng ngờ là mang tính đột sinh. Ví dụ, tính đơn giản quá mức của việc mô tả đặc trưng của chân không dựa trên lý thuyết trường lượng tử là một điều rất bất thường, vì những đặc trưng như vậy ở vật chất thông thường luôn có xu hướng là phức tạp, trừ khi chúng là đột sinh - giống như trường hợp chất siêu dẫn hay siêu chảy. Ngoài ra còn có cả một hệ thống các thang bậc xếp theo thứ tự từ thấp lên cao; đó là việc các hiện tượng luôn có xu hướng trở thành thứ yếu một cách có tuần tự khi kích thước và thời gian tăng dần từng nấc. Người ta cho rằng khi nguội đi từ những nhiệt độ rất cao, chân không phải

¹ Sự tương đồng với sự phá vỡ tính bất đối xứng tự phát của cơ chế Higgs trong vật lý siêu dẫn được P.W. Anderson chỉ ra trong *Phys. Rev.* 130, 439 (1963).

² Biểu diễn toán học ngắn gọn của Plasmon, xem A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, và I. Dzyaloshinskii, *Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics* (Nxb Dover, New York, 1963).

trải qua những sự kiện có dạng bậc thang gọi là những bước chuyển tiếp thống nhất, trong đó các lực đã biết của tự nhiên tuân tự tách khỏi những lực cơ bản sinh ra chúng. Giống như vậy, kim loại holmi, một nguyên tố đất hiếm, khi nguội đi từ nhiệt độ rất cao, ban đầu ngưng tụ lại thành một chất lỏng ở 2993 độ Kelvin, rồi hóa rắn tại 1743 độ, sau đó hình thành một loại từ trường xoáy ốc đặc biệt ở 130 độ, rồi nghiêng vòng xoáy để tạo thành một loại sắt từ yếu ở 20 độ.¹ Giữa khoảng 130 độ và 20 độ, bước của vòng xoáy ốc liên tục biến thiên, giống như thể một cái đỉnh ốc làm bằng cao su bị kéo dãn dọc theo trục của nó. Cùng với mỗi một bước chuyển tiếp như vậy, những "lực" tác dụng giữa các electron trong kim loại được truyền bởi những biến dạng đàn hồi khác nhau của các trạng thái cơ trật tự sẽ tách khỏi những lực cơ bản sinh ra chúng, giống hệt như những gì diễn ra trong chân không. Không thể đạt được trong phòng thí nghiệm và thậm chí ở tâm các vì sao lớn nhất những nhiệt độ cần thiết để ở đó có được các bước chuyển tiếp thống nhất nói trên, cho nên bằng chứng về sự thống nhất chỉ là gián tiếp, nhưng nó giống một cách lạ lùng với những gì ta hẳn có thể thấy được ở một thanh nam châm hình xoáy ốc bị làm nghiêng đi chỉ miễn là các thí nghiệm được tiến hành ở những thang chiều dài và thời gian đủ lớn. Bằng chứng vững chắc nhất trong ít ỏi những bằng chứng này là tính tái chuẩn hóa, một hiệu ứng khiến cho các phép đo có thể tiếp cận được trở nên đơn giản và dư thừa (vì một phép đo này sẽ tiên đoán được một phép đo khác), nhưng đồng thời lại khiến người ta

¹ H.P.J. Wijn, ed. *Landolt-Bornstein, Group III: Crystal and Solid State Physics, Vol 19: Magnetic Properties of Metals, Subvolume d1: Rare Earth Element, Hydrides and Mutual Alloys* (Nxb Springer, Berlin, 1991). Có rất nhiều tài liệu về tinh chất từ của hợp chất đất hiếm và hợp kim. Xem J. Jensen và A.R. Mackintosh, *Rare Earth Magnetism* (Nxb Clarendon Press, Oxford, 1991). Phần nam châm xoáy ốc trong đất hiếm lần đầu tiên được W.C. Koehler et.al. phát hiện ra, trong *Phys. Rev.* 151, 414 (1966). Các nghiên cứu gần đây phát hiện ra thêm nhiều bước chuyển pha nhiệt độ thấp tương ứng với sự xoáy ốc của mạng nguyên tử bên dưới. Xem R.A. Cowley và S. Bates, *J. Phys. C* 21, 4113 (1988) và D. Gibbset et.al., *Phys. Rev. Lett.* 55, 234 (1985).

không thể biết bất kỳ cái gì về những lực nằm ở thứ bậc trên cùng. Những ví dụ như vậy có rất nhiều.

Khi năng lượng hạt nhân bắt đầu được sử dụng vào thập niên 1950 và các máy gia tốc lớn được xây dựng để khảo sát sự vận hành của lực hạt nhân thì dần dần người ta nhận thấy rằng, ở thang hạ hạt nhân, mọi thứ trở nên phức tạp hơn, chứ không hề đơn giản hơn. Nguyên lý chuẩn [*gauge principle*], tính tương đối, và những đặc tính chung của phần vật chất vẫn tiếp tục đúng, nhưng số lượng các hạt cơ bản lại sinh sôi nảy nở rất nhanh, và rồi những quy tắc tương tác giữa chúng với nhau cũng thế. Không một khám phá nào nói ở trên tỏ ra hữu ích trong việc tìm hiểu hạt nhân nguyên tử, ít hơn nhiều so với các nguyên tử, mà rồi hiện nay ta cũng không thể tính được chính xác khối lượng của proton và neutron xuất phát từ mô hình chuẩn của các hạt cơ bản. Các phương trình đúng là quá phức tạp. Tất nhiên, tính phức tạp này đáng buồn là lại không xa lạ gì trong vật chất thông thường, vì nó chính xác là những gì xảy ra, chẳng hạn, trong một miếng silic nếu bạn mắc sai lầm vì đã quá mạnh tay trong khi đo nó. Bạn phóng vù vù không để ý gì đến cái tinh tế, cái đơn giản phổ quát của các electron và các lỗ trống, và bắt đầu đo đạc đủ loại chi tiết thú vị nhưng rốt cuộc lại là những chi tiết không quan yếu vốn gắn với hóa học. Một điều đáng buồn khác cũng chẳng xa lạ gì đó là, sự sinh sôi nảy nở nhanh chóng của các khối lượng và liên kết của các hạt trong chân không, những thứ có các giá trị chính xác nhưng lại chẳng có lấy một sự liên quan giản đơn nào. Nó giống hệt như hàng chông sách ghi chép các tính chất hóa học để ghi nhớ ở bộ phân tra cứu của thư viện hóa học. Những số liệu này có được trên cơ sở một vài nguồn sơ đẳng, điều ai cũng biết, nhưng chúng chỉ để đo đạc và lập bảng chứ không để tính toán.

Bất chấp mọi bằng chứng cho thấy rằng hệ hình quy giản luận trong vật lý học đang gặp rất nhiều trở ngại, những thí nghiệm ở thang hạ hạt nhân vẫn tiếp tục được miêu tả bằng ngôn ngữ quy

giản luận. Cũng rất lạ là khi ta nhận ra rằng hầu hết các suy nghĩ được xây dựng khuôn theo mô hình chuẩn đều phản ánh ý tưởng cho rằng chân không là một pha và rằng những định luật vật lý là đơn giản một cách hợp lý và dễ hiểu ở thang hạt nhân - nhưng không xa hơn - vì chúng là những đặc tính phổ quát của pha. Tuy thế, thay vì tính phổ quát ở năng lượng thấp, các nhà vật lý lại noi về lý thuyết trường hiệu dụng. Thay vì các pha, họ lại nói về sự phá vỡ đối xứng. Thay vì các chuyển pha lại là sự thống nhất các loại lực. Tình huống này làm tôi liên tưởng đến một bệnh viện, nơi chưa từng có ai chết, nhưng thay vào đó bệnh nhân phải nếm mùi "chăm sóc bệnh nhân không tận tình", hoặc "không đạt được sức khỏe mong muốn".¹ Trong cả hai trường hợp, sự nhầm lẫn đều mang tính ý niệm. Cái chết của một bệnh nhân là một thất bại không được phép nghĩ đến với một bệnh viện có trọng trách duy trì cuộc sống. Hạ thấp tầm quan trọng của việc tìm hiểu các nguyên lý tổ chức pha cũng tương tự như vậy, cũng là một thất bại không được phép nghĩ đến trong nhiệm vụ làm chủ vũ trụ bằng toán học của chúng ta. Trong những trường hợp quan trọng như thế, các huyền thoại là những thứ có một mãnh lực to lớn, và đôi khi con người chúng ta làm tất cả những gì có thể chỉ để hiểu được thế giới mà ta cho là nó phải như thế, thậm chí cả khi có bằng chứng chỉ ra rằng chúng ta đang mắc sai lầm.

Tất nhiên là có cách đặt vấn đề trần tục hơn. Bạn đồng nghiệp tôi, George Chapline thường viện dẫn cái anh ta gọi là Định lý số Một của Khoa học và bảo là định lý của tôi, nhưng tôi nhớ đĩnh ninh rằng chính anh mới là tác giả của nó: Thuyết phục ai về một lẽ phải nào đó khiến người ta mất tiền là một chuyện bất khả. Hẳn ta nên bỏ từ Khoa học đi và đổi tên nó thành Định lý số Một thôi.

¹ Cách nói bóng bẩy này được H. Noel dùng trong "The Front Porch-Euphemisms", xuất hiện trong Senior World Online, <http://www.seniorworld.com/articles/a19991013195512.html>.

Một hệ quả của định lý này là, đôi khi chân lý cũng chỉ là tương đối. Khi còn học trung học, tôi từng tham gia vào một tiết học mô phỏng chính quyền khá hay. Giáo viên chia chúng tôi thành mấy đội, mỗi đội đại diện cho chính phủ của một quốc gia tưởng tượng. Mỗi đội được cung cấp một loạt các chỉ dẫn, bao gồm một bộ sử thế giới, một bản ghi nhận nhiệm vụ, một vài hướng dẫn về tiềm năng quân sự, v.v..., và được chỉ định ngồi vào một bàn. Trò chơi bao gồm chuyển qua chuyển lại các thông điệp bằng đường ngoại giao (các mẫu giấy nhỏ), và phát biểu ở Diễn đàn Thế giới (là một cái bàn nhóm đặt ở đầu lớp). Quan hệ cá nhân trực tiếp bị cấm. Nước tôi là một trong số các nước nhỏ nhưng khác những nước khác là giàu tài nguyên urani. Những nước lớn hơn lại không có. Với tư cách tổng thống, nhiệm vụ của tôi là phải làm thế nào để tăng giá trị nguồn tài nguyên này để phục vụ nhân dân, bằng cách bán quặng thô cho tất cả mọi khách hàng, duy trì cán cân quyền lực sao cho không quốc gia lớn nào có thể ép giá. Chúng tôi đã chơi như thế trong vòng hai giờ, đọc những bài thuyết trình tẻ nhạt và gửi đi những bức thông điệp chẳng có nghĩa lý gì, cho tới lúc một quốc gia lớn bất ngờ đánh chiếm nước tôi dưới danh nghĩa để bảo vệ hòa bình và an ninh thế giới. Cuộc chiến không kéo dài lắm vì nước tôi rất bé, và tôi bị mọi người phế truất. Một sự phản bội gây choáng váng - chẳng là toàn *bạn bè* với nhau cả. Chẳng biết trò chơi kết thúc thế nào, vì tôi không còn nắm quyền nên được phép ra ngoài ăn bánh kẹp. Nhưng sau khi chơi xong, những người tổ chức tiết lộ bí mật: mỗi nước được trao một phiên bản lịch sử thế giới khác nhau. Trong khi tôi đang cố tìm cách tăng tối đa lợi nhuận thì các bên đối phương lại bị ám ảnh coi những nguồn quặng này như một vấn đề liên quan đến an ninh quốc phòng. Mỗi cường quốc đều tưởng rằng các cường quốc khác đang âm mưu ngăn chặn nguồn cung cấp nhiên liệu của họ, và nước tôi đi chui với các đối thủ của họ. Họ tiến hành xâm lược là phải thôi.

Trong khoa học cũng như trong mọi lĩnh vực khác, liều thuốc

giải độc tốt nhất cho căn bệnh ưa huyền thoại đó là một liều thực nghiệm thật mạnh. Một đồng nghiệp của tôi là Chung-Wook Kim, anh đã có mặt ở Hiroshima khi thành phố này bị bỏ bom nguyên tử. Kim là người gốc Triều và hiện đang lãnh đạo Viện Nghiên cứu Cao cấp Hàn Quốc ở Seoul. Cha anh vốn rất thân Nhật vào những năm 1940 và là một thương gia hành nghề ở hải ngoại. Khi đó Kim mới học lớp năm. Tất cả học sinh từ lớp bốn trở lên được sơ tán ở một ngôi đền cách trung tâm vụ nổ bom khoảng 9 km, nơi họ có tiết học vào buổi sáng, buổi chiều thì đi hái rau dại và tập quân sự với gậy tre, lấy hình Roosevelt và Churchill làm bia. Tới 8 giờ 15 phút sáng, anh nhớ lại có một ánh sáng siêu nhiên chiếu qua khung cửa sổ ở trên cao và chiếu sáng khắp căn phòng, tiếp sau đó là một tiếng nổ kinh hoàng. Giáo viên tìm cách trấn an nhưng tất cả đều hết sức phấn khích bởi tình ảnh cây nấm khổng lồ màu sắc sặc sỡ mà một người bạn học của anh chỉ cho mọi người. Giáo viên lúc đó nói với họ là Nhật Bản vừa chế tạo ra một vũ khí phòng không đời mới, và họ đều tin tưởng như vậy, vì các vụ ném bom khi đó xảy ra hàng ngày. Nhưng tới chiều, khi họ nghe đài báo là Mỹ đã ném một quả siêu bom thì tất cả đều ngã ngửa. Kim kể rằng anh không bao giờ có thể quên được những gì mà mình chứng kiến ở Hiroshima và sẽ nhắc đến nó càng ít càng tốt, và cũng chưa bao giờ quay trở lại Hiroshima kể từ ngày ấy. Ai ở gần trung tâm lúc đó thì hẳn thấy các tòa nhà ban đầu nghiêng dần hướng ra phía ngoài vụ nổ, rồi bẹp hẳn xuống sau đó. Nhà chức trách tưới dầu lên các đống tử thi, rồi thiêu hủy. Một người cô của anh chết ngay tại chỗ khi tòa nhà sập xuống gần tâm vụ nổ. Một người anh em chú bác sống gần đó thì thoát chết nhưng sau một tháng thì rụng hết tóc, phát điên rồi chết - những triệu chứng kinh điển của việc bị nhiễm phóng xạ. Một người anh em họ khác đang đạp xe qua cầu thì vụ nổ xảy ra, người này bị bắn tung xuống một vũng nước nông gần đó. Khi tỉnh dậy thì nửa người đã bị nám như cháy nắng (phồng xạ). Người anh em

này chết một cách bí ẩn ở Hàn Quốc vài năm sau. Câu chuyện này thật đau xót, vì Kim hiện tại là một nhà vật lý neutrino có tên tuổi, và đã viết một quyển sách nổi tiếng về đề tài này hiện vẫn được sử dụng rộng rãi.¹

Tôi kể lại câu chuyện này không phải để cố nhắc nhở đến nỗi kinh hoàng của thời chiến, mà chỉ để nhắc khéo với lớp trẻ, nhất là với các con tôi, rằng tự lừa dối mình sẽ mang lại nhiều hậu quả. Trong phần lớn cuộc đời thì tác động đó không đến nỗi thảm khốc như trong chiến tranh, mà chỉ đơn giản là làm giảm chất lượng cuộc sống. Sự giảm chất lượng này bao gồm cả những thứ ngớ ngẩn như việc cầu bản khi lái xe, như phòng xử lý ly hôn, hay như những cuộc họp khoa kéo dài lê thê.

Cái quan trọng hơn cả chính là việc để cho các hệ ý thức ngăn trở khám phá. Tất cả chúng ta đều quen nhìn thế giới theo cách mà ta muốn nó thể hơn là nhìn nó như đúng nó, vì đó là bản tính tự nhiên của con người, nhưng chúng ta phải ghi nhớ rằng đó là một khiếm khuyết về mặt thiết kế, và ta phải cưỡng lại nó nếu có thể. Nhìn xuyên suốt các hệ ý niệm và bóc trần chúng ra chính là nhiệm vụ của khoa học chân chính, hay đúng ra là của đời sống tri tuệ nói chung.

¹ C.W. Kim, *Neutrinos in Physics and Astrophysics* (Nxb Harwood Academic, London, 1993)

Cấu trúc của Không - Thời gian

Không hề có toán học cho tới khi chúng ta đặt nó ở đó.

Huân tước Arthur Eddington

Thuyết tương đối của Einstein, một trong những thần tượng văn hóa bền vững của chúng ta, là lý thuyết mà ai cũng từng nghe qua, nhưng ít ai hiểu được nó.¹ Hình ảnh người phát minh ra nó được toàn thế giới biết và xem như một biểu tượng của trí tuệ và sự thông thái siêu việt mang tính vũ trụ. Trong trí tưởng tượng của dân gian, thuyết tương đối là một thực tại bí ẩn mà chỉ những người được ban tặng những năng khiếu khác thường mới hiểu nổi.

Cái tạp âm huyền hoặc này vừa thái quá lại vừa không chính xác. Phiên bản nguyên thủy của thuyết tương đối, còn gọi là thuyết tương đối hẹp, thực sự chỉ là một định luật, mà là một định luật khá đơn giản, nó hoàn toàn không phải là một phương trình chuyển động, mà chỉ là một *đặc tính* của phương trình này, một sự đối xứng. Dạng hoàn thiện nhất của thuyết tương đối là một lý thuyết tư biện hậu Newton về hấp dẫn, được phát triển từ định luật này.² Chính Einstein là người đã sớm phát hiện ra từ những bước đầu của sự nghiệp của

¹ Các bài thảo luận hấp dẫn về thuyết tương đối có thể được tìm thấy trong hầu hết các cuốn sách giáo khoa vật lý cho sinh viên đại học. Tài liệu tham khảo gốc là A. Einstein, *Ann. d. Physik* 17, 891 (1905).

² A.S. Eddington, *The Mathematical Theory of Relativity* (Nxb Cambridge University Press, London, 1965), trang 88.

mình rằng công chúng quan tâm đến những khía cạnh huyền bí của thuyết tương đối hơn là những khía cạnh vật lý, nhưng ông lại cố sùỵ cho sự khuếch trương hình ảnh của mình như một nhà tiên tri, cho dù ông không hề là một nhà tiên tri, mà là một chuyên gia có bộ óc vô cùng sắc bén. Tuy nhiên, những bài viết của Einstein lại đặc biệt chặt chẽ, thẳng thắn, và cởi mở. Ông có thể phạm sai lầm, cũng như bất kỳ ai trong chúng ta, nhưng ông hiếm khi phạm sai lầm trong các vấn đề toán học thâm thúy. Hầu hết các nhà vật lý đều muốn được sáng suốt như Einstein, nhưng ít người được như vậy.

Đối xứng là một ý niệm quan trọng trong vật lý học, cho dù nó thường hay bị lạm dụng.¹ Một ví dụ về đối xứng là sự tròn trịa. Các viên bi-a đều tròn, điều đó khiến người ta có thể dự đoán chuyển động của chúng mà không cần biết chúng được làm bằng vật liệu gì; chẳng hạn, ta biết chúng sẽ lăn ngang qua mặt bàn bi-a theo một đường thẳng khi ta dùng cây ki thúc vào chúng. Nhưng không phải sự tròn trịa là *nguyên nhân* khiến chúng chuyển động. Những định luật chuyển động cơ bản mới là nguyên do. Sự tròn trịa chỉ là một tính chất đặc biệt khiến những viên bi-a nom khác so với những vật thể rắn bất kỳ nào, được phát hiện ra vì sự đơn giản và đều đặn trong chuyển động của chúng. Tính đối xứng rất có ích trong những trường hợp khi người ta không nắm bắt được những phương trình chuyển động căn bản, và tìm cách ráp nối những phương trình đo lại với nhau trên cơ sở những thực kiện thí nghiệm không hoàn chỉnh. Ví dụ, nếu bạn biết chắc tất cả các viên bi-a đều tròn và tìm cách phỏng đoán những phương trình chuyển động của chúng, bạn có thể loại bỏ bớt một số suy đoán nhất định nào đó dựa trên cơ sở

¹ Có khá nhiều sách hay bản về tính đối xứng, vì chủ đề này khá thú vị. Một quyển sách dễ tiếp cận là quyển sách của L.M. Lederman và C.T. Hill, *Symmetry and the Beautiful Universe* (Nxb Prometheus Books, Amherst, NY 2004). Một quyển sách chuyên môn hay nữa là quyển của J. Rosen, *Symmetry Discovered* (Nxb Cambridge University Press, London, 1975). Xem thêm S. Coleman, *Aspects of Symmetry: Selected Erice Lectures* (Nxb Cambridge University Press, London, 1985).

biết rằng những vật có dạng hình cầu không thể chuyển động kiểu đó. Những tình huống thuộc loại này được xem là quy tắc hơn là ngoại lệ trong vật lý học hạ hạt nhân. Vì lý do đó nên trong vật lý người ta có truyền thống gán cho những đối xứng tầm quan trọng cao nhất, mặc dù thực ra chúng chỉ là hệ quả hay tính chất của các phương trình chuyển động.

Tính đối xứng của thuyết tương đối liên quan đến chuyển động.¹Einstein và những nhân vật lỗi lạc khác của đầu thế kỷ thứ hai mươi đã tình cờ đến với đối xứng này thông qua việc suy nghĩ về điện và từ, mà những phương trình của chúng đã được James Maxwell xây dựng và từ đó nhanh chóng phát minh ra sóng vô tuyến. Tính đối xứng quay đòi hỏi hành trang của những viên bi-a trên mặt một bàn tròn phải thể hiện hết như nhau về mặt phẩm tính bất kể người ta đứng ở phía nào của mép bàn. Tính đối xứng của thuyết tương đối đòi hỏi chuyển động của chúng phải thể hiện hết như nhau bất kể người ta đang *chuyển động* như thế nào. Ý tưởng này được nắm bắt một cách xuất sắc bởi thí nghiệm tưởng tượng của Einstein về một người quan sát trên một đoàn tàu đang nhìn một đoàn tàu khác đi qua. Einstein đề xuất rằng trong giới hạn lý tưởng - hai đoàn tàu chuyển động ngược chiều trong chân không - thì không một phép đo nào có thể xác định được đoàn tàu nào đang chuyển động còn đoàn tàu nào đang đứng yên. Trong trường hợp đó, các phương trình điện và từ phải hoàn toàn hết như nhau trên cả hai đoàn tàu, và do đó tốc độ ánh sáng cũng sẽ phải hết như nhau. Như thế là người ta buộc phải đối mặt với một mâu thuẫn logic, ngoại trừ trường hợp một số ý niệm chung về tính đồng thời và về phép đo trên hai đoàn tàu trên là sai. Tất cả những sự mù mờ này và những hệ quả logic của chúng, bao gồm cả việc khối lượng tăng lên khi vật thể chuyển động ở vận tốc lớn, và sự tương đương giữa khối lượng với năng lượng, nay đã được kiểm chứng thường xuyên trong các phòng thí

R.P. Feynman et al., Six Not-So-Easy Pieces, Einstein's Relativity, Symmetry, and Space-Time (Nxb Perseus, New York, 1997).

nghiệm trên toàn thế giới, và đã được lịch sử ghi nhận như những sự thực hiển nhiên.

Câu chuyện về chiến công vẻ vang của Einstein lãng mạn tới mức người ta dễ dàng quên rằng thuyết tương đối là một khám phá chứ không phải một phát minh. Nó đã tìm ẩn một cách tinh vi trong một số quan sát thực nghiệm về điện rất sớm, và phải bạo phổi lắm mới dám tổng hợp những quan sát đó lại thành một tổng thể mạch lạc. Ngày nay thì chẳng cần phải bạo phổi kiểu ấy. Một nhà thực nghiệm tự tin được trang bị một cỗ máy gia tốc hiện đại hoàn toàn có thể bắt gặp những hiệu ứng của thuyết tương đối ngay ngay làm việc đầu tiên, và bằng kinh nghiệm sẽ hoàn toàn có thể tính toán ra toàn bộ mọi thứ trong vòng một tháng. Thuyết tương đối thực ra chẳng gây sốc chút nào. Cái thế giới quan bề ngoài có vẻ như hiển nhiên mà thuyết tương đối đã bác bỏ và thế chỗ thực ra dựa trên những quan sát không hoàn chỉnh và không chính xác. Giả dụ các thực tế đều được biết hết cả rồi thì có lẽ đã chẳng phải tranh luận, và do đó cũng sẽ chẳng còn gì cho Einstein chứng minh. Cách nhìn thuyết tương đối của công chúng xem nó như một sự sáng tạo của đầu óc con người là một cách nhìn thật cao sang, nhưng suy cho cùng thì không chính xác. Những luận cứ của Einstein đẹp thật, nhưng ngày nay ta tin vào thuyết tương đối không vì nó buộc phải đúng, mà vì nó được đo thấy là đúng.

Ngược lại, lý thuyết hấp dẫn của Einstein là một phát minh, là một thứ gì đó *không* phải đã suýt được tình cờ phát hiện thấy trong phòng thí nghiệm. Nó vẫn tiếp tục gây tranh cãi và hầu như vẫn nằm ngoài tầm với của thí nghiệm.¹ Tiên đoán quan trọng nhất của nó

¹ *Thí nghiệm nổi tiếng nhất về thuyết tương đối tổng quát bao gồm các hiệu chỉnh nhỏ đối với thuyết hấp dẫn của Newton, đáng kể nhất là sự bị bẻ cong của ánh sáng khi nó lướt qua mặt trời, và sự gia tăng điểm cận nhật của Thủy tinh, được chính Einstein là người đầu tiên tính ra. Một thí nghiệm kiểm tra gần đây hơn là hiệu ứng con quay hồi chuyển, được xác định bởi thí nghiệm Gravity-Probe B. Xem R.A. Van Patten và C.W.F. Everitt, Phys, Rev. Lett. 36, 629 (1976).*

là tiên đoán cho rằng bản thân không gian là động. Những phương trình mà Einstein đề xuất nhằm mô tả hấp dẫn tương tự với những phương trình dùng để mô tả một môi trường đàn hồi, chẳng hạn như một tấm cao su. Những hiệu ứng hấp dẫn thông thường xảy ra khi môi trường này bị một khối lượng lớn, chẳng hạn như một ngôi sao, làm biến dạng dưới dạng tĩnh. Khi nguồn dao động rất nhanh, ví dụ như khi hai ngôi sao quay quanh nhau trên một quỹ đạo hẹp, thì kiểu gì cũng xảy ra một hiệu ứng mới: sóng hấp dẫn được truyền ra phía ngoài. Như vậy lực hấp dẫn thông thường có thể được hình dung giống như những gợn sóng lăn tăn dưới chân con chim bói cá, và bức xạ hấp dẫn thì giống như những nhiễu xạ mà con bói cá tạo ra khi nó bay vụt đi. Có rất nhiều bằng chứng gián tiếp chứng tỏ rằng lời tiên đoán về bức xạ hấp dẫn là đúng, trong đó bằng chứng thuyết phục nhất là sự giảm chu kỳ quỹ đạo một cách đều đặn của một pulsa đôi nổi tiếng do Joseph Taylor và Russell Hulse phát hiện ra vào năm 1975.¹ Tuy nhiên bằng chứng trực tiếp thì vẫn chưa có. Việc đo trực tiếp bức xạ hấp dẫn là một trong những mục tiêu cơ bản của vật lý thực nghiệm hiện đại,² nhưng phần lớn các nhà vật lý đều đã bị thuyết phục từ các bằng chứng khác rằng lý thuyết hấp dẫn của Einstein khó mà sai.

Điều trở trêu ở đây là, công trình sáng tạo bậc nhất của Einstein

¹ Sao xung đôi PSR 1913+16, phát hiện bởi R. Hulse và J. Taylor, di chuyển trong một quỹ đạo hẹp đến mức hiệu ứng phát xạ hấp dẫn có thể đo được. Quan sát này mang lại cho Taylor và Hulse giải thưởng Nobel vật lý năm 1993. Sao xung này quay 17 vòng trong một giây, tương đương với chu kỳ 59.10⁶ giây, và có chu kỳ quỹ đạo 7,75 giờ. Sự gia tăng điểm cận nhất của nó do phát xạ bức xạ hấp dẫn là 4,2^o trong một năm. Nó có bán kính 3 giây ánh sáng, tức là khoảng một triệu km. Xem H. Taylor, L.A. Fowler, và J.M. Weisberg, *Nature* 277, 437 (1979); J.M. Weisberg, J.H. Taylor, và L.A. Fowler, *Scientific American* 245, 74 (1981).

² Các máy dò cơ học nguyên thủy dùng để đo sóng hấp dẫn tỏ ra không đủ nhạy, và từ đó đã bị thay thế tại Hoa Kỳ bởi dự án Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (LIGO), mà người ta hy vọng là cuối cùng sẽ có thể ghi nhận được sóng hấp dẫn do các nguồn vũ trụ gây ra. Xem <http://www.ligo.caltech.edu>

là thuyết tương đối tổng quát về hấp dẫn lại phải quy về việc quan niệm lại không gian xem nó như một môi trường, trong khi tiền đề ban đầu của ông đưa ra lại cho rằng không làm gì tồn tại một thứ môi trường nào như vậy. Ý niệm cho rằng không gian biết đâu cũng là một kiểu vật chất gì đó thực ra đã có từ xa xưa, từ thời các nhà Khắc kỷ Hy Lạp, và được đặt tên là ête [ether]. Chất ête hẳn sâu trong tâm trí của Maxwell khi ông phát minh ra cách mô tả các hiện tượng điện từ mà ta đang sử dụng. Ông hình dung điện trường và từ trường là những dịch chuyển và các dòng ête, rồi ông vay mượn bộ máy toán học từ lý thuyết chất lỏng để mô tả chúng. Einstein thì ngược lại, ông dứt khoát vứt bỏ ý niệm về chất ête, và từ việc nó không tồn tại suy ra rằng các phương trình của thuyết điện từ phải mang tính tương đối. Nhưng cũng chính cái quá trình tư duy ấy cuối cùng lại dẫn đến chính cái chất ête mà ông đã vứt bỏ lúc ban đầu, mặc dù là một thứ chất có những tính chất đặc biệt mà vật chất đàn hồi thông thường không có.

Từ "ête" có những hàm nghĩa hết sức tiêu cực trong vật lý lý thuyết chỉ vì sự gán kết trong quá khứ của nó với sự đối lập lại thuyết tương đối mà thôi. Đây là điều không may, bởi vì tước bỏ hết những hàm nghĩa đó, thì nó lại bao hàm cách mà hầu hết các nhà vật lý đang thực sự nghĩ về chân không. Trong những ngày thuyết tương đối mới ra đời, niềm xác tín cho rằng ánh sáng phải là sóng của một thứ gì đó đã là một niềm tin quá sâu sắc đến nỗi Einstein đã bị phản đối khắp nơi.¹ Thậm chí ngay cả khi Michelson và Morley đã chứng minh được rằng chuyển động của trái đất trên quỹ đạo xuyên qua chất ête là không thể phát hiện được, thì những người phản đối vẫn cãi lại rằng trái đất có lẽ phải kéo lê theo nó một vỏ

¹ Người ta không hiểu các bài báo đầu tiên của Albert Einstein một phần vì chúng được diễn giải rất ngắn gọn. Khi được hỏi ý kiến về các ý tưởng của Einstein, Edison nói rằng ông không hiểu bất kỳ ý tưởng nào, và không thấy chúng có lợi ích gì. Xem http://www.patentlessons.com/Warp_speed.html

bọc ête, vì thuyết tương đối là một cái gì đó huyền hoặc, và không thể nào đúng được. Sự chống đối quyết liệt này dẫn đến hậu quả tai tiếng là thuyết tương đối đã không nhận được giải Nobel (dù Einstein vẫn nhận được, nhưng cho một công trình khác). Thuyết tương đối thực ra không đề cập gì đến sự tồn tại hay không tồn tại của một thứ vật chất nào đó tràn ngập trong vũ trụ, mà chỉ cho rằng bất cứ một loại vật chất nào như vậy cũng phải có tính đối xứng theo kiểu của thuyết tương đối.

Tế ra là có tồn tại loại vật chất như vậy. Lúc thuyết tương đối bắt đầu được công nhận, những nghiên cứu về phóng xạ cho thấy chân không của không gian cũng có cấu trúc phổ giống như cấu trúc của các chất rắn và các chất lỏng lượng tử thông thường. Những nghiên cứu tiếp đó được tiến hành với các loại máy gia tốc hạt lớn cho phép chúng ta biết thêm rằng không gian giống như một ô kính cửa sổ chứ không hẳn là sự trống rỗng lý tưởng của Newton. Nó chứa đầy một thứ "chất liệu" mà bình thường thì nhìn xuyên qua được, nhưng có thể làm cho nó hiển thị bằng cách va thật mạnh vào nó cho văng ra một mảnh. Theo quan niệm hiện đại về chân không, được khẳng định bởi các thí nghiệm diễn ra hàng ngày, thì đó là một chất ête tương đối tính. Nhưng ta sẽ không gọi nó như thế, vì đó là một tên hù.

Làm thế nào mà Einstein đi đến kết luận rằng không gian là một môi trường là cả một câu chuyện đầy hấp dẫn. Xuất phát điểm của ông là nguyên lý tương đương, tức là việc quan sát thấy rằng khi bị lực hút hấp dẫn tác dụng, mọi vật đều rơi với cùng một gia tốc, bất kể khối lượng là chúng bao nhiêu. Đó là hiệu ứng khiến các phi công vũ trụ khi ở trên quỹ đạo gần trái đất phải trải nghiệm tình trạng không trọng lượng. Lực hút hấp dẫn trên quỹ đạo thấp không nhỏ hơn mấy so với ở trên mặt đất, nhưng tác dụng của lực hấp dẫn này lại khiến các phi công và tàu vũ trụ của họ cùng nhau quay quanh trái đất. Từ hiệu ứng này (hay đúng hơn là từ những phiên bản của hiệu ứng ấy mà ông đã hình dung ra vào năm 1905, khi chưa hề có

các nhà du hành vũ trụ), Einstein đã suy ra rằng lực hấp dẫn chỉ là cái được người ta hư cấu lên một cách thiếu mạch lạc, vì nó hoàn toàn có thể biến mất bằng cách cho phép người quan sát và những thứ liên canh người đó cùng rơi tự do. Tác động quan trọng của vùng gần sát một vật có khối lượng lớn như trái đất không phải là tạo ra các lực hấp dẫn, mà là làm hội tụ các hướng rơi tự do. Các nhà du hành vũ trụ nếu rơi thẳng xuống trái đất (một thí nghiệm bất hạnh) có lẽ ban đầu nghĩ rằng họ đang ở đâu đó sâu tít trong không gian, nhưng sau một hồi, hẳn sẽ nhận thấy rằng các vật thể du hành cùng với họ dần xích lại gần nhau. Đó là vì tất cả các phương rơi tự do gần trái đất đều hướng thẳng tới tâm trái đất và cuối cùng sẽ gặp nhau tại đó. Einstein kinh ngạc bởi sự tương tự giữa hiệu ứng này và sự hội tụ của các đường kinh tuyến ở cực bắc và cực nam trái đất. Trong trường hợp sau, một số đường thẳng có xu hướng hội tụ lại là do độ cong của trái đất - một môi trường được tạo ra từ các vật chất thông thường. Tiếp đó, trong một lóe chớp của tuệ giác còn khiến ta kinh ngạc đến tận hôm nay, ông đã phỏng đoán rằng những đường rơi tự do thực tế là những đường kinh tuyến nằm trên một mặt phẳng đa chiều, và rằng lực hấp dẫn xuất hiện bởi vì có những khối lượng lớn kéo dãn mặt phẳng đó khiến nó biến thành một mặt cong. Sau rồi ông còn đưa ra một phỏng đoán yên thâm thứ hai về mối quan hệ đặc biệt giữa khối lượng và độ cong mà nay ta biết dưới cái tên là các phương trình trường Einstein. Những phương trình này tuân theo thuyết tương đối nên chúng hàm chứa cả những nghịch lý về tính đồng thời giống hệt như trong phiên bản ban đầu của thuyết này. Vì lý do đó mà chúng được miêu tả một cách chính xác hơn xem như mối liên hệ giữa năng lượng ứng suất và độ cong của không - thời gian bốn chiều. Sự tiên đoán của các phương trình này cho rằng không gian có thể bị làm cho gợn sóng kèm với việc bị kéo dãn chính là một hệ quả của việc chúng tuân theo tính tương đối, một đối xứng của chuyển động. Điều đó nhất quán với trực giác vật

lý của chúng ta, vì về cơ bản nó cũng giống như sự lan tỏa sóng địa chấn trên bề mặt trái đất phát sinh bởi động đất.

Sự đụng độ giữa triết học của thuyết tương đối rộng và những gì lý thuyết đó thực sự trình bày trên thực tế chưa bao giờ được các nhà vật lý dàn xếp và thỉnh thoảng lại thêm ném cho chủ đề này một mùi vị kiểu Kafka. Một mặt, chúng ta có cái nhìn dựa vào sự thành công của thuyết tương đối cho rằng không gian là một cái gì đó khác một cách căn bản với vật chất di chuyển trong nó, và như vậy thì không thể hiểu được bằng sự tương tự với những thứ ta thường gặp. Mặt khác, chúng ta có những sự giống nhau rõ ràng giữa tính hấp dẫn kiểu Einstein và việc làm cong một cách động lực những mặt phẳng thực, điều đã dẫn chúng ta đến chỗ mô tả không - thời gian như một *cấu trúc*. Những sinh viên trẻ tuổi sáng dạ thế nào cũng vỡ lầy chuyện này và chất vấn giáo sư của họ xem cái gì là chuyển động khi bức xạ hấp dẫn truyền đi. Họ nhận được câu trả lời là chính bản thân không - thời gian chuyển động, điều khiến họ cực hứng. Trả lời như vậy cũng giống như nói mặt biển gợn sóng vì nó là một mặt phẳng lượn sóng.¹ Những sinh viên khôn ngoan sẽ không hỏi câu hỏi này lần thứ hai nữa.

Sự tò mò của họ, dù vậy, không hề ấu trĩ cũng không hề không quan yếu. Thuyết tương đối rộng có chứa một bộ xương nhìn sờn gai ốc gọi là hằng số vũ trụ. Đây là một sự hiệu chỉnh đối với các phương trình trường Einstein sao cho chúng tương hợp với thuyết tương đối, và ý nghĩa vật lý của hằng số này là mật độ khối lượng của ête tương đối tính. Ban đầu Einstein cho hằng số này bằng không dựa trên những cơ sở cho rằng không thấy có tồn tại một hiệu ứng nào như vậy. Chán không, như người ta vẫn hiểu, hoàn toàn trống rỗng. Sau rồi ông gán cho nó một giá trị khác không rất nhỏ để phù hợp với những quan sát vũ trụ học và dường như cho ra một kết

¹ Hoặc là ví dụ nổi tiếng của Moliere rằng thuốc ngủ hiệu nghiệm vì "những đặc tính gây ngủ" của nó.

lược trái ngược, để sau đó lại bỏ đi khi các quan sát được cải tiến thêm. Đến khi có một kỹ thuật mới được phát triển nhằm đo các khoảng cách vật lý thiên văn sử dụng những sao siêu mới thì giá trị khác không lại trở thành thời thượng.¹ Tuy nhiên, không có một sự điều chỉnh nào giải quyết được bài toán bí ẩn hơn. Cứ cho là ta biết rõ về năng lực phóng xạ và về bức xạ vũ trụ đi, thì cũng chẳng có lý do gì để ai đó có thể nghĩ rằng tại sao hằng số vũ trụ lại không thể là cực kỳ lớn - lớn hơn mật độ của vật chất thông thường nhiều bậc. Việc hằng số này nhỏ đến như thế cho ta thấy rằng lực hấp dẫn và vật chất tương đối tính hiện đang tràn ngập khắp vũ trụ liên quan với nhau một cách rất bí hiểm mà vẫn chưa ai nắm hiểu được, bởi vì một lựa chọn khác đi lại đòi hỏi một phép màu còn lớn hơn.

Cách nhìn nhân không - thời gian như một thứ phi thực thể với những đặc tính giống thực thể là cách nhìn nhận không hợp logic mà cũng không nhất quán với các thực kiện. Thế nhưng cách nhìn ấy lại xuất phát từ một hệ ý niệm sinh ra từ những cuộc tranh luận đã lâu về sự đúng đắn của thuyết tương đối. Cốt lõi của nó là niềm tin cho rằng đối xứng của tính tương đối khác với tất cả các loại đối xứng khác ở chỗ nó mang tính tuyệt đối. Nó không thể bị phá vỡ bởi bất kỳ lý do nào ở bất kỳ thang chiều dài nào, dù nhỏ đến đâu, thậm chí cả ở những vùng mà các phương trình cơ bản chưa bao giờ được xác định. Niềm tin này có thể là đúng, nhưng là một bước đi hết sức vô đoán. Người ta có thể hình dung rằng người cung trăng cũng áp dụng thứ lý luận giống hệt như vậy để khiển trách những sinh viên xuất sắc của họ vì tội đã hỏi về câu tạo trái đất dựa trên cơ sở coi tính tròn trịa của nó cần được xét lại. Rõ ràng điều này rất bất công, vì trái đất không tuyệt đối tròn, mà chỉ gần tròn thôi. Ở những thang chiều dài nhỏ hơn những gì mắt thường có thể phân

¹ Xem bản tóm lược rất hay của S. Perlmutter, *Supernovae, Dark Energy, and the Accelerating Universe, Physics Today, tháng 4 2004, trang 53. Xem thêm S. Perlmutter et al., Nature 391, 51 (1998).*

biệt được từ mặt trăng, có những chi tiết nhỏ gây phiền phức như thung lũng Grand Canyon, như dãy Pamir, như ngọn Aconcagua và núi Kilimanjaro. Những tiến bộ về công nghệ quan trắc hẳn cuối cùng sẽ minh oan cho đám sinh viên, ít nhất là cho những sinh viên vẫn chưa tâm phục khẩu phục. Họ hẳn sẽ khám phá thấy rằng trái đất không tuyệt đối tròn, và hơn thế chỉ là gần tròn, vì một lý do là, đất đá cấu tạo nên trái đất bị nhào đi do áp suất cao trong lòng của nó, khiến các vật thể lớn trên bề mặt tụt dần xuống.

Mặc dù đã được đưa sâu vào khuôn khổ của bộ môn nghiên cứu, nhưng ý niệm về tính đối xứng tuyệt đối không có mấy ý nghĩa. Đối xứng là kết quả, chứ không phải là nguyên nhân. Nếu tính tương đối *luôn luôn* đúng, thì phải có một nguyên do nào đó nằm sau nó. Những nỗ lực nhằm lẩn tránh bài toán này cuối cùng không tránh khỏi dẫn đến mâu thuẫn. Do đó, nếu ta thử cố viết ra những phương trình tương đối tính để mô tả quang phổ của chân không, ta sẽ phát hiện ra rằng những phương trình ấy là vô nghĩa về mặt toán học, ngoại trừ hoặc là tính tương đối hoặc là bất biến chuẩn, một đối xứng khác cũng hết sức quan trọng, được mặc định là sai ở những khoảng cách cực kỳ ngắn. Cho đến nay chưa ai khám phá được cách nào để giải quyết ổn thỏa vấn đề này. Lý thuyết dây, ban đầu được phát triển để làm việc đó đã tỏ ra không thành công. Ngoài sự ham chuộng mang tính huyền thoại đối với số chiều cao hơn của không gian ra, lý thuyết dây còn có những bài toán ở những thang chiều dài ngắn cần giải quyết, mặc dù ở mức tinh vi hơn, và lý thuyết này chưa bao giờ được phát triển thành mô hình chuẩn ở những thang chiều dài lớn, như được đòi hỏi để tương thích với thực nghiệm.

Vậy là quan sát ấu trĩ cho rằng chân không của không gian là trống rỗng không hề ấu trĩ chút nào, mà thay vì thế nó là một chứng cứ mạnh mẽ cho thấy ánh sáng và hấp dẫn có liên quan chặt chẽ với nhau, và có lẽ cả hai, về bản chất, cùng có tính tập thể. Cũng giống với âm thanh cơ học lượng tử thực, ánh sáng thực khác với bản sao

đã được lý tưởng hóa của nó trong cơ học Newton ở chỗ nó mang năng lượng, thậm chí ngay cả khi nó lạnh cóng. Theo nguyên lý tương đối, năng lượng này có khả năng sinh ra khối lượng, và đến lượt mình khối lượng lại sinh ra hấp dẫn. Ta không biết vì sao nó không làm thế nên ta đành phải xử lý bài toán như kiểu một chính phủ có lẽ phải làm, tức là đơn giản tuyên bố rằng không gian trống rỗng không có lực hấp dẫn. Nói một cách thô thiển thì việc này có thể coi ngang với việc cơ quan lập pháp bang Indiana ban hành đạo luật buộc phải coi giá trị của số π bằng ba.¹ Nó cũng cho thấy tính nghiêm trọng của vấn đề, vì người ta chưa phải viện đến những biện pháp tuyệt vọng đến như vậy khi còn có những sự lựa chọn loại trừ lẫn nhau hợp lý khác. Mong muốn giải thích triệt để nghịch lý hấp dẫn ở mức vi mô còn là động lực để người ta phát minh ra siêu đối xứng, một cơ cấu toán học nhằm ấn định một đối ứng bổ sung đặc biệt cho mỗi một hạt cơ bản mà ta biết.² Nếu đầu đó trong tự nhiên mà ta phát hiện được một siêu đối ứng như thế thì niềm hy vọng đưa ra được một cách giải thích theo quy giản luận đối với sự trống rỗng của không gian sẽ lại được nhen nhóm, nhưng điều đó cho tới nay chưa xảy ra, ít nhất là ở thời điểm hiện tại.

Nếu Einstein còn sống đến ngày nay, ông có lẽ sẽ phải phát hoảng lên với những gì đang diễn ra. Ông có lẽ sẽ quở trách giới chuyên môn về việc họ đã để cho tình trạng lộn xộn này phát triển, và có lẽ sẽ phát điên lên vì người ta đã biến những công trình sáng tạo tuyệt đẹp của ông thành những hệ ý niệm và kết quả là sự sinh sôi

¹ Câu chuyện nổi tiếng này thực ra không có thật, không có đạo luật nào như vậy từng được thông qua. Câu chuyện này tập trung quanh dự luật Quốc hội 249 năm 1897, được Edwin J. Goodman, từ Solitude, Indiana đưa ra. Nó không xác lập số π bằng 3, mà đưa ra một vài giá trị, tùy trường hợp. Nó được Hạ viện thông qua, nhưng không được Thượng viện thông qua. Xem U. Dudley, *Mathematical Cranks* (Math. Assn. Am., Washington, D.C., 1992).

² Xem S. Weinberg, *Quantum Theory of Field, Vol. 3: Supersymmetry* (Nxb Cambridge, University Press, London, 2000).

này nở của những sự thiếu nhất quán về mặt logic. Einstein là một nghệ sĩ và là một học giả, nhưng trước nhất, ông là một nhà cách mạng. Cách tiếp cận vật lý học của ông có thể được tóm gọn lại là, hạn chế tối thiểu việc đưa ra các giả thuyết, không bao giờ đưa ra ý kiến đối lập với thực nghiệm, đòi hỏi sự nhất quán toàn diện về mặt logic, và nghi ngờ những niềm tin không có căn cứ. Niềm tin không có căn cứ vào thời ông chính là chất ête, hay chính xác hơn là phiên bản ấu trĩ của chất ête ra đời trước thuyết tương đối. Niềm tin không có căn cứ thời nay lại chính là tính tương đối. Đúng với tính cách của một người như ông thì nếu còn sống chắc thể nào ông cũng sẽ kiểm tra lại các thực kiện, lật đi lật lại chung trong đầu và kết luận rằng nguyên lý tương đối hằng được ông cung chiều chẳng có gì là cơ bản hết trơn, mà nó chỉ là một sự đột sinh - một đặc tính tập thể của vật chất cấu thành không - thời gian, và đặc tính đó trở nên càng ngày càng chính xác ở những thang độ dài lớn, nhưng lại sai ở những thang độ dài nhỏ. Đây là một ý niệm khác hẳn so với ý niệm ban đầu của ông, nhưng lại là một cái gì đó hoàn toàn tương hợp về mặt logic với ý niệm ban đầu này, mà thậm chí còn lý thú hơn, và có nhiều ý nghĩa hơn về mặt tiềm năng. Điều đó hẳn phải có nghĩa là, cấu trúc không - thời gian không chỉ đơn giản là cái sân khấu trên đó cuộc sống đang diễn trò của mình, mà là một hiện tượng mang tính tổ chức, và ẩn sau nó còn là một cái gì đó nữa không biết chừng.

Vũ hội hóa trang của những món đồ hàng mã

Cuộc phiêu lưu này rồi đi đến đâu? Cuối cùng rồi sẽ thế nào? Suốt đời chúng ta phỏng đoán các định luật; ta còn phải phỏng đoán bao nhiêu định luật nữa đây? Tôi cũng chẳng biết. Có mấy bạn đồng nghiệp của tôi nói rằng diện mạo căn cốt nay của khoa học vẫn cứ sẽ tiếp tục như thế; nhưng tôi nghĩ chắc chắn sẽ không thể có cái mới lạ mãi mãi, cứ cho quá lắm cũng chỉ một ngan năm nữa thôi chẳng hạn. Việc này không thể cứ liên tục tiếp diễn để rồi ta lúc nào cũng khám phá ra hết định luật mới đến định luật mới khác. Nếu làm vậy thì mọi việc sẽ trở nên nhàm chán vì có quá nhiều tầng bậc chồng lên nhau. Theo tôi thì những gì có thể xảy ra trong tương lai là: hoặc mọi định luật sẽ được biết hết - tức là, nếu có đủ tất cả định luật trong tay, bạn sẽ có thể tính toán được mọi hệ quả, và chúng hẳn lúc nào cũng khớp với thực nghiệm, điều này sẽ có nghĩa là ta đã đi đến cuối đường - hoặc có khi các thí nghiệm sẽ ngày càng khó tiến hành hơn, càng ngày càng tốn kém hơn, vì thế tuy bạn nắm bắt được đến tận 99,9% các loại hiện tượng rồi, nhưng lúc nào cũng còn đo một số hiện tượng vừa được phát hiện ra, rất khó đo đếm, và không ăn khớp; và ngay khi bạn có được một lời kiến giải cho hiện tượng này thì một hiện tượng khác lại sẽ xuất hiện, và rồi mọi việc cứ chậm dần, chậm dần đi, và càng ngày càng không còn gì quan thiết nữa. Đó có lẽ là một cách khác để mọi thứ chấm dứt. Nhưng tôi nghĩ không chấm dứt kiểu này rồi cũng chấm dứt kiểu kia mà thôi.

Richard P. Feynman

Rất nhiều thứ trong tự nhiên tự chúng tập hợp lại với nhau. Thật may mắn mà chúng làm như vậy, vì mặc dù các nhà khoa học chúng ta tự khoa trương với nhau rằng ta là những kiến trúc sư thông minh được tạo nên từ các phân tử, nhưng thực ra chúng ta giống với những cơn cuồng phong ở Oklahoma đang quét qua mặt đất hơn, đang gây ra tình trạng lộn xộn trên một phạm vi vô cùng lớn, và chỉ tình cờ để lại một nhúm những công trình xem ra hay hay mà thôi. Niềm kiêu hãnh mà người ta cảm thấy khi đang tiến hành và đang quan sát sự tự tập tự hợp mang tính tự nhiên cũng không khác gì niềm kiêu hãnh mà người cha cảm nhận được khi nhìn thấy con trai mình chơi nổi bật hẳn trên sân bóng. Đúng là “con trai tôi” đấy, nhưng thực ra thì lối chơi của cậu ta là lối chơi tài tử, chưa đâu vào đâu, và không có gì đảm bảo chắc chắn cả. Có những nỗ lực được thực hiện trong các điều kiện thực nghiệm giống hệt nhau, nhưng kết cục lại khác nhau. Nguyên do thực sự khiến Johnny đang trình diễn trên kia, đó vì bản tính tự nhiên của anh ta là như vậy. Tôi bố trí sân khấu, nhưng những cái cơ bản là do anh ta tự làm.

Tôi có được một bài học nhớ đời về hiện tượng tự tập hợp khi tôi làm việc ở Stanford nhiều năm về trước. Dù đã học những kiến thức cơ bản từ trước, nhưng cũng giống như phần lớn các nhà vật lý khác, tôi rất kém về khoản này, về môn hóa học già nua và thân quen. Khi tôi nhận công việc mới này thì tất cả đã thay đổi. Trách nhiệm của tôi bao gồm cả việc tham gia rà soát thường niên về mặt chuyên môn trên cơ sở liên bộ môn các loại trang thiết bị thí nghiệm mà tôi có liên quan. Công việc hóa ra khá nghiêm túc mà lại rất có ích, vì nó buộc tôi phải tham gia những hoạt động nằm ngoài chuyên môn trực tiếp của mình, bước đầu đến với những ý tưởng nghiên cứu mới mẻ.

Khoảng giữa chừng của một ngày làm việc dài trong lần rà soát đầu tiên, kéo dài cả tháng trời, tôi được một nữ chuyên viên phụ trách kính hiển vi điện tử cho xem những bức hình làm tôi Chuáng

váng. Nhiệm vụ của cô này là chụp ảnh bề mặt các loại vật liệu - phần lớn là những tinh thể vô cơ xuất hiện cục bộ dùng cho những mục đích khác - ở thang chi nhỏ hơn một chút so với giới hạn phân giải của các loại kính hiển vi dùng ánh sáng thông thường, tức là ở thang khoảng từ vài chục đến vài ngàn nguyên tử, thang mà ở đó phần lớn các cơ cấu của sự sống không hoạt động. Buổi trình bày của cô không giống mấy với một hội thảo chuyên môn mà lại giống như một chương trình *National Geographic* đặc biệt nói về các dãy núi bậc thang Escalante Staircase ở Utah hay về vùng chân núi Himalaya ở Tây Tạng. Cô trình bày một loạt bức ảnh địa hình rất lạ lùng, không bức nào giống bức nào. Ban đầu là những vùng cao nguyên được tô điểm bằng các hẻm núi và đỉnh núi lởm chởm, vách núi dựng đứng của chúng đổ dọc xuống, phủ bóng lên các vách đá, làm lộ ra cả một hệ thống phức tạp những hang vòm, tiếp theo là một quần đảo gồm những hòn đảo hình kim tự tháp sắc cạnh nằm trên một vùng nước phẳng lỳ như mặt gương soi, một thành phố kim tự tháp Giza trừu tượng mà có lẽ chỉ thấy được trong tranh của Salvador Dalí hay trong phim *The Matrix*. Tiếp đó nữa là một rừng những hình thú vật kỳ dị chạm khắc trên những cong cây mọc bên rìa những vùng trũng nom giống các hồ nước, những con vật dạng súp lơ đang khát chảy cổ đến New England từ một hành tinh khác để tìm kiếm những đầm nước. Rồi đến cả một dãy núi hùng vĩ và đẹp đến choáng ngợp với những đỉnh núi kỳ lạ được phủ đầy băng tuyết giống như cảnh nhìn từ trên máy bay khi bay qua vùng Aspen hay Katmandu. Những bức hình cứ lần lượt được trưng ra gây cho tôi một ấn tượng mạnh mẽ tới mức tưởng chừng như mình đang đứng trước một bậc kỳ tài, vì trong ngành nghiên cứu của mình tôi chưa thấy ai khám phá được những điều kỳ thú như thế bao giờ.

Tuy nhiên, cũng như bất cứ đâu, việc lỡ mất một cơ hội tốt trong khoa học có khi lại là một điềm lành. Trong khoảng thời gian đó tôi đang phải bận rộn với những trách nhiệm học thuật trong công

việc rà soát này, và vì thế không thể bỏ qua bất cứ thứ gì, mà rồi tôi cũng muốn vậy, muốn được tạo ra những lý thuyết có thể kiến giải được những hiệu ứng thần thoại đó. Một năm trôi qua, chúng tôi lại có một đợt rà soát khác, và cô chuyên gia về kính hiển vi điện tử lại một lần nữa cho xem một loạt những tấm ảnh lộng lẫy, tất cả đều khác với đợt trước nhưng cũng đẹp không kém. Tôi chợt tỉnh ngộ. Cô chuyên gia này không khám phá ra điều gì cả ngoại trừ đã khám phá ra cách đặt các mẫu vật vào máy. Ở thang có thể nhìn thấy được bằng kính hiển vi điện tử thì bề mặt nào nom cũng hấp dẫn hết. Cũng giống hệt như phải tài năng lắm mới chụp đẹp được cảnh vật buồn tẻ ở miền nam bang Utah, thì chụp được những bức ảnh như thế về một bề mặt buồn tẻ bằng kính hiển vi điện tử cũng phải cần đến tài năng. Ở thang kích thước này, những nguyên lý mang tính tự tổ chức hùng mạnh và phức tạp bắt đầu tác động vào thế giới vô tri vô giác, rất nhiều trong số đó có liên quan đến quá trình hình thành tinh thể và tất cả đều không thể dự đoán trước, cho dù ta có làm chủ được toàn bộ các quy tắc cơ bản.

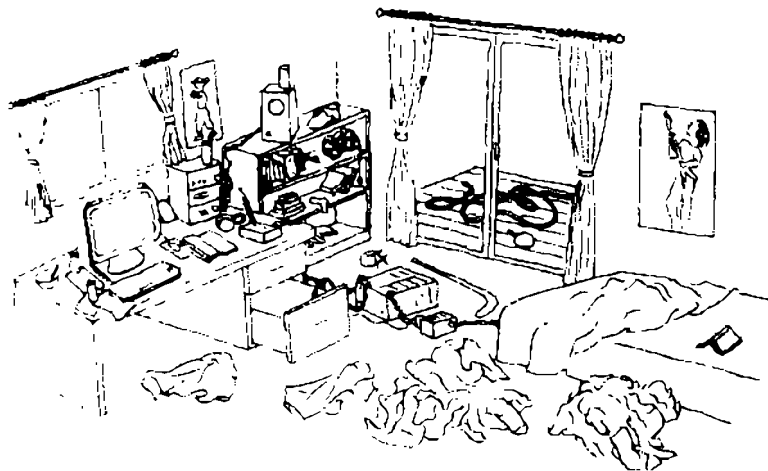
Lần đầu nhìn vào những cấu trúc như vậy thì thậm chí cả một nhà quy giản luận rất sắt đá cũng phải lảng đi và băn khoăn tự hỏi liệu có còn một nguyên nhân nào khác gây ra chúng không ngoài cơ học lượng tử sơ đẳng. Giải thích những tinh thể có trật tự của các nguyên tử bằng những quy tắc vi mô là một chuyện, còn làm như vậy với những cấu trúc và những hình thù sinh động lại là cả một chuyện khác, nhất là khi xuất phát từ những nguyên lý đầu tiên người ta không suy ra được rằng những hình thù như vậy sẽ phải đột sinh. Nhưng cái cách nhìn thông thường và hoàn toàn hợp lý như vậy lại đúng là một cách nhìn lạc hậu. Trong một thế giới gồm một số rất lớn các bộ phận hợp thành thì cái phức hợp không phải là cái bất thường, mà sự thiếu vắng cái phức hợp mới chính là điều bất thường. Tinh đơn giản trong vật lý là một hiện tượng đột sinh, chứ không phải là một trạng thái toán học hiển nhiên mà bất cứ

cái khác biệt đi chút ít nào cũng đều là những thứ dị thường đáng quan ngại.

Có lẽ phần nào để cắt nghĩa và bảo vệ khẳng định trên hơn nếu bạn dùng từ *ngẫu nhiên* thay cho từ *phức hợp*. Ví như bạn ném con xúc sắc và ngẫu nhiên được số ba. Ghi nhận đó nói lên rằng bạn không hề biết trước mặt nào của con xúc sắc sẽ ngửa lên, điều đó không dự đoán được, và mức độ không dự đoán được được đo bằng số lượng những kết cục khả dĩ, mà trong trường hợp này là sáu. Bản thân con số ba chẳng có gì ngẫu nhiên cả, một khi nó đã nằm trong các khả năng được chọn. Gọi một mặt nào đó của con xúc sắc là "ngẫu nhiên" là điều vô nghĩa. Tương tự như vậy, gọi một hình thù riêng biệt nào đó là "phức hợp" cũng là vô nghĩa nốt. Chỉ có sự lựa chọn một hình thù nào đó, một quá trình vật lý nào đó, trong nhiều hình thù mới có thể gọi là phức hợp mà thôi. Khi ta nói một hình thù là phức hợp là thật ra ta muốn nói rằng quá trình vật lý hình thành nên nó là một quá trình không ổn định, và chỉ với một cái hích khe thôi là cũng đủ để có thể tạo ra một trong nhiều hình thù khác nhau. Cũng như thế, một hình thù nào đó được xem là đơn giản nếu đảm bảo được rằng nó được tạo ra bởi một quá trình vật lý luôn luôn theo cùng một cách cho dù cú hích từ bên ngoài có mạnh đến đâu.

Một khi hiểu được rằng sự đơn giản trong tự nhiên là một ngoại lệ chứ không phải là một quy tắc bình thường, thì bạn sẽ rất dễ hình dung rằng những mẫu hình giống như có sự sống sẽ phải đột sinh trong những điều kiện vi mô thích hợp. Không thể *chứng minh* được là chúng đột sinh, nhưng có thể chứng minh được rằng sự đột sinh của chúng là hợp lý và không hề vi phạm lương năng thông thường. Người ta làm như vậy thông qua lý thuyết phức hợp, một ngành toán học ra đời trong thập kỷ 1970, gộp chung các chủ đề như hỗn độn, fractal, và các ô-tômat tế bào.¹ Chiến lược của lý thuyết phức hợp là

¹ Một quyển sách hay về fractal là *The Computational Beauty of Nature: Computer*



Sẽ rất dễ hình dung rằng những mẫu hình giống như cơ sở sống sẽ phải đột sinh

đơn giản hóa và trừu tượng hóa các phương trình chuyển động của vật chất, khiến chúng có thể giải được trên máy tính. Sự trừu tượng hóa nay tuy nhiên lại là một giao kèo kỳ với quỷ dữ, vì các phương trình đưa ra đã làm biến dạng mọi thứ một cách kỳ cục khiến cho bạn không còn có được một sự biểu diễn trung thực của tự nhiên nữa. Giá trị của lý thuyết phức hợp do đó chỉ giới hạn ở chỗ chỉ ra được rằng sự đột sinh của những mẫu hình phức tạp là hợp lý mà thôi. Nó không thể cung cấp cho ta mô hình có khả năng tiên đoán của bất cứ hiện tượng tự nhiên nào, và chắc chắn nó không phải là một cách tư duy mới mẻ xét về căn bản.¹

Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems and Adaptation (Nxb MIT Press, Cambridge, 1998), của G.W. Flake. Xem thêm B.B. Mandelbrot. *The Fractal Geometry of Nature* (Nxb W.H. Freeman, New York, 1982). Có rất nhiều tác phẩm nghệ thuật về fractal trên Internet, ví dụ như tại <http://pages.globetrotter.net/mdessureault/vent.html> và <http://www.fractalus.com/galleries/home>.

¹ Stephen Wolfram rất tin tưởng rằng có một loại hình khoa học mới, và ông cho xuất bản cuốn sách của mình: S. Wolfram, *A New Kind of Science* (Nxb Wolfram Research, Champaign, IL, 2000). Xem thêm S. Wolfram, *Nature*, 311, 419 (1984).

Một ví dụ đơn giản của mô hình này là hình fractal của một rặng núi.¹ Một lưới bản đồ được tạo ra bởi máy tính càng ngày càng tinh xảo hơn, bằng cách mỗi lần như vậy gán thêm một độ cao ảo cho một điểm lưới mới bằng trung bình của các độ cao cũ liền kề, cộng với một số gia ngẫu nhiên ngày càng giảm thiểu tùy mức độ tinh xảo dần của quy trình. Những độ cao được tạo ra như vậy mô phỏng một cách hiệu quả sự xuất hiện của các rặng núi thật nên thường được sử dụng trong phim ảnh để tạo ra phong nền, vì chúng rất gần gũi với đám mây, bờ biển, và thực vật hình fractal. Quá trình vật lý bị đua tranh bởi rặng núi hình fractal đó là một quá trình kết tập, một quá trình sinh cây bề mặt qua đó một nguyên tử được khuếch tán từ phía bên trên vào vị trí đầu tiên mà nó va phải, và như vậy làm cho các cấu trúc lớn phát triển ngày càng lớn hơn che khuất các cấu trúc nhỏ. Lượng tài liệu tham khảo rất lớn viết về vấn đề trên bao gồm cả những mẫu hình rất đẹp được máy tính tạo ra nom tựa như là những tinh thể băng có dạng lá thính thoảng vẫn xuất hiện trên các ô cửa kính vào mùa đông.²

Một mô hình khác về tính phức hợp - đã trở thành huyền thoại vì đó là một trong những khám phá sớm nhất - là mô hình *Game of Life* của John Conway, một loại ô-tômat tế bào được Martin Gardner phổ biến lần đầu trên cột báo "Các trò chơi toán học" của tờ *Scientific American*.³ Trò *Life* này bao gồm một bàn cờ vua với các quân bi

¹ Ý tưởng cơ bản đằng sau cấu trúc fractal là sự tự mô phỏng. Xem M. Ausloos và D.H. Berman. *Proc. Roy. Soc. [London] A* 400, 331 (1985). Những tài liệu tham khảo tốt nhất về fractal có thể tìm thấy trên Internet. Xem <http://www.skytopia.com/gallery/mountains/mountains.html>. Một cách giải thích đơn giản về việc các dãy núi fractal hình thành như thế nào có thể xem ở đây <http://mactech.com/articles/mactech/mactech/Vol.07/07.05/FractalMountains/>. Bờ biển fractal được giải thích ở đây <http://polymer.bu.edu/ogaf/html/cp2.htm>.

² Tổng quan về sự kết tập hợp có giới hạn thâm, xem T.C. Halsey, *Physics Today* 53, 36 (tháng 11 2000). Tham khảo T.A. Witten, Jr., và L.M. Sander, *Phys. Rev. Lett.* 47, 1400 (1981). Xem thêm P. Meakin, *Phys. Rev. A* 27, 1495 (1983).

³ Xem M. Gardner, *Wheels, Life, and Other Mathematical Amusements* (Nxb W.H. Freeman,

nhắc đi (tử) hay được đặt thêm vào (sinh), mỗi khi có tiếng tic tắc của một chiếc đồng hồ tưởng tượng tuân theo hai qui tắc sau:

1. Một quân sê bị chết trừ phí hai hay ba ô thuộc số tám ô lân cận bị các quân khác chiếm.
2. Một quân sê được sinh ra ở một ô trống nếu như có đúng ba ô trong số tám ô lân cận bị các quân khác chiếm.

Các quân cờ trong trò *Life* phát sinh ra các hình mẫu nom tựa như một loạt các hiện tượng tự nhiên, từ những tinh thể chất rắn cho tới những con vật bé tẹo, được cả một cộng đồng lớn những người ham thích nghiên cứu chúng gán cho những cái tên kỳ quái. Thế là người ta có thể có cả một không gian chứa đầy các mẫu hình tinh thể đặc như lưới mắt cáo và bánh rán vòng, các mẫu hình phân tử biệt lập như thỏ và bò, các mẫu hình chu trình như tấm che mắt và con cóc, các mẫu hình chuyển động trên đường thẳng như cá nóc và rồng, các mẫu hình giao thoa với các mẫu hình khác như kính phản xạ và người phạm ân, và cả một vườn bách thú những sinh vật cực cao cấp như những cái đôn, những lỗ phun, đỉnh ba, cái móc, tổ ong, gen sao chép, núi lửa, hàng không mẫu hạm và cả nụ hôn kiểu Pháp nữa.

Cả quá trình tự tổ chức vật lý và những ô-tômat ganh đua với nó đều rất thú vị và hấp dẫn. Chính xác tại sao thì rất khó xác định, nhưng hai cách lý giải cứng nhắc và quá trên mây thì lại được các chính phủ rất khoái, và thường quá nhàm trong các báo cáo chuyên môn và trong các đề xuất xin ngân sách khoa học. Cách lý giải thứ nhất cho rằng chúng ta tò mò muốn tìm hiểu xem làm cách nào mà

New York, 1983). Tham khảo M. Gardner, Scientific American 223, 120 (tháng 10 1970). Xem thêm E.R. Berlekamp, J.H. Conway, và R.K. Gray, Winning Ways for Your Mathematical Play, II: Gamers in Particular (Nxb Academic Press, Burlington, MA, 1982). Có rất nhiều tư liệu về trò chơi Life của Conway trên Internet, một trong số đó là <http://www.radicaleye.com/lifepage>. Xem thêm <http://www.argentum.freeseerve.co.uk/lex.htm>.

sự sống lại đột sinh từ những nguyên tử rời rạc - làm sao có thể trộn hai hóa chất với nhau để dùng một cái sinh ra một chú cún con quần quít với bạn. Cách lý giải thứ hai cho rằng chúng ta mơ ước thiết kế được những bộ phận nhân tạo hữu ích thế như các loại máy cảm biến cảnh báo khí độc, hay các loại máy biến vỏ chuỗi thành dầu hỏa. Luận cứ đưa ra trở nên sắc bén hơn khi người ta kết hợp lại cả hai cách lý giải đó, như trong việc tìm cách thiết kế những máy móc vừa có khả năng ganh đua với sự sống lại vừa có lợi cho sức khỏe con người, chẳng hạn như những người máy tự lắp ghép, một phương pháp chữa trị ung thư, hay là chân tay mới cho người tàn tật.

Nguồn gốc *thực sự* dẫn đến sự quan tâm của chúng ta không hẳn là những lý do nói trên, mà đơn giản là sự hứng thú bẩm sinh của ta với những trò hàng mã lòe loẹt. Ai trong chúng ta cũng đều có một linh cảm rất mạnh trong việc sưu tầm những thứ "hay hay" kể cả khi chúng chẳng để làm gì. Hiệu ứng này đã tạo cơ hội cho các cửa hàng bán hàng lưu niệm ở Antibes và Sausalito kiếm lời bằng cách bán các hòn sỏi được đánh bóng, mặc dù loại sỏi như thế có vô khối ở các bãi biển, và mặc dù phải khó tính lắm mới thấy một hòn sỏi được đánh bóng là không đẹp. Đó cũng là lý do vì sao rất nhiều người trong chúng ta có cả một tủ sách lớn mà không bao giờ đọc, có những hộp lớn đầy các bức ảnh di Marge chụp từ xưa ở Grand Canyon mà không bao giờ gỡ ra xem, và những nhà để xe đầy ắp đồ bỏ đi khiến xe cũng không còn chỗ vào. Đó là lý do mà Dệ nhất phu nhân Imelda Marcos có cả một tủ giày dép. Đó cũng là toàn bộ kế hoạch kinh doanh đã trở thành một hiện tượng kỳ quặc mang tính toàn cầu có tên là Tồn Kho Giáng Sinh: ba kho lớn chứa đầy tận nóc những bóng thủy tinh mỏng lấp lánh, những thứ búp bê, những người máy chế củi tí hon, những cây thông của khu Rừng Bí Hiểm bằng nhựa phủ đầy tuyết cũng bằng nhựa, treo lủng lẳng nào ngựa bập bênh tí hon, nào những chiếc ghé tí hon, kèn saxophone tí hon, những ông béo tí hon, cừu tí hon, đàn piano

tí hon, bóng thủy tinh bé màu đỏ, bóng thủy tinh lớn màu đỏ, bóng xanh, bóng vàng, trứng thủy tinh sắc sỡ kiểu Nga, những quả cầu thủy tinh gắn gắn bộ tàu hỏa đồ chơi tí hon, rồi thì một căn Nhà Trẻ cho trẻ con chơi, phòng Hộp Nhạc, phòng Thiên thần, phòng Đồng hồ Cúc Cu, rồi quầy tính tiền, nơi chấp nhận gần như bất cứ loại thẻ tín dụng nào, trong khi bản nhạc Giáng sinh “Đêm Thâm nghiêm” được chơi làm nền không ngưng nghỉ, ngay cả khi lúc đó mới chỉ là tháng Bảy. Tôi nhận ra rằng hiện tượng này đã hoàn toàn vượt ra ngoài tầm kiểm soát khi đến Nhật Bản tháng Mười một năm ngoái và nom thấy những cây thông Nôen đặt ở tiền sảnh các khách sạn, và nghe thấy tiếng nhạc mừng Giáng Sinh diu dặt trong các buồng thang máy. Để người ta không cao buộc tôi là đã chỉ trích một cách không công bằng việc thương mại hóa lễ Giáng Sinh, tôi cũng xin kể thêm về những can đựng Khí Thiên mang từ Đất Thánh về ở sân bay Tel Aviv, rồi bao nhiêu cửa hiệu của người Ả Rập nối đuôi nhau trên con lộ Via Dolorosa đua nhau bán các loại tẩu hút thuốc hookah, các loại bình nước cũ bằng đồng, các loại chân nến bằng đồng thau thâm chí còn cũ hơn, các bộ cờ vua hình Tháp Tự Quân *made in* Đài Loan, các cuốn lịch sắc sỡ của người Palestine, rồi suốt dọc con đường dẫn đến Giáo đường Mộ chúa Jêsu người ta bày bán la liệt các loại thánh giá đủ hình đủ cỡ.

Những cấu trúc được cô bạn đồng nghiệp là chuyên viên kính hiển vi điện tử trung bày mang tinh nguyên mẫu của cái mà tôi gọi là đồ hàng mã nano, đó là các cấu trúc đẹp mê hồn và phát triển tự phát ở những thang nhỏ nhưng chưa thấy được dùng vào việc gì ngoài để giải trí. Thang kích thước của các vi mẫu luôn không vượt quá kích thước của vài ngàn nguyên tử, nên đúng ra các mẫu cụ thể như vậy phải được gọi là đồ vi hàng mã, nhưng tôi thích dùng tiền tố nano hơn vì nó khái quát hơn. Giống như các từ *xerox* và *kleenex*, từ nano đã trở thành một đặc điểm chung, và trên thực tế đã trở thành một từ đồng nghĩa với cụm từ “rất nhỏ”, cho nên một món đồ hàng mã nano thực ra chỉ là một món đồ hàng mã tí hon mà thôi.

Tôi bịa ra cái tên này tất nhiên là để mỉa mai kỹ thuật nano - một công nghệ mới được hình thành nhằm kiểm soát vật chất ở thang kích thước nhỏ, một công nghệ xem ra có cơ đưa ta đến với một ngày mai sáng lạn. Cũng không hiển nhiên lắm là có nên mỉa mai kiểu đó không, vì cũng chưa có ai đưa ra luận cứ cho rằng định luật tổ chức mới đang đột sinh ở thang nano, rằng có khả năng định luật này liên quan đến sự sống, và rằng những khám phá có ý nghĩa đang chờ đợi được thực hiện. Tuy nhiên, cũng cần phải mỉa mai thật, và điều đó được thấy rõ khi mà người ta đã dự qua nhiều buổi giới thiệu những bức hình lạ lẫm đến hoa cả mắt mà chẳng bao giờ có bức nào lặp lại, đã tiến hành nhiều cuộc khảo cứu mà chẳng bao giờ chấm dứt, đã đưa ra nhiều luận cứ mà chẳng bao giờ có vẻ như đi đến đâu. Thang nano cho bạn vào bẫy y như kiểu mạng toàn cầu làm khi bạn vào Google và gõ tìm “tỷ lệ lai suất thế chấp”. Bạn sẽ nhận được quá nhiều. Thay vì một câu trả lời đơn giản cho một câu hỏi đơn giản thì bạn lại gặp tràng giang đại hải những lời chào mời giảm giá - hết trang này tiếp đến trang kia đầy rẫy những biểu tượng nhấp nháy đầy màu sắc, hứa hẹn thì nhiều mà cam kết chẳng được bao nhiêu. Một lần tôi có xem chương trình truyền hình trong đó diễn viên Tony Randall nói chuyện tếu về việc anh bị lũ vịt rìa suýt chết. Chuyện này cũng y hệt như vậy. Ở thời điểm hiện tại, kiến thức về thang nano của ta bùng nổ đến mức khó tin, nhưng phần lớn lại chẳng có tí ý nghĩa gì. Xuất phát từ tình huống ấy để dự đoán những công nghệ tiên tiến mới thì khác gì xuất phát từ những món đồ trang trí trong lễ Giáng Sinh để tiên đoán sự ra đời của laser.

Nếu xét kỹ thì kể cả danh sách những thành tựu đáng kể nhất về công nghệ nano đang được áp dụng trong công nghiệp tẻ ra toàn bị chi phối bởi những đồ hàng mã nano tí xíu chứa đầy cảm hứng nhưng cũng rất ngang ngạnh. Ống nano, một cấu trúc giống hình điều xì gà có kích thước cỡ vài nguyên tử, làm hoàn toàn từ carbon, có vẻ như một phản ví dụ, vì nó có rất nhiều ứng dụng về tiềm năng,

nhưng cái vẻ này lại không chính xác.¹ Rất nhiều ứng dụng của ống nano, như làm phụ gia dẫn điện trong chất dẻo, cũng chỉ là dựa vào tính chất hóa học của nó và có thể được thực hiện bằng những phương tiện khác, còn những ứng dụng kiểu như tàu ngầm bỏ túi chạy bằng năng lượng ống nano giống thứ được mô tả trong cuốn *Chuyến du hành kỳ lạ* của Isaac Asimov thì chỉ là chuyện khoa học viễn tưởng.² Những vỏ đậu nano - tức những ống nano chứa đầy các phân tử nhỏ hơn - thì chắc chắn là những món đồ hàng mã nano,³ cũng hệt như những cấu trúc lục giác bó chặt của các loại ống nano có tên là những áo choàng nano.⁴ Trong trường hợp cụ thể của các tinh thể nano bán dẫn, những đối tượng gần đây thấy nhiều trên mặt báo do chúng có những đặc tính phát quang giống như những đặc tính của thuốc nhuộm hữu cơ (thực ra thì mảnh bán dẫn nào cũng thế), thì những hình thù đa dạng của chúng lại giống với các tạo vật sinh ra từ trò chơi *Life* của Conway, và được những người phát hiện ra chúng đặt cho những cái tên tương tự đầy sáng tạo: cần câu, giọt lệ, mũi tên, thú bốn chân, thú bốn chân có cựa và sừng.⁵

Can cơ gì mà những người vốn rất logic lại có thể đắm đuối đến

¹ Nano ống là chủ đề thu hút sự quan tâm đặc biệt của nhiều nhóm nghiên cứu tại thời điểm hiện tại. Xem M.S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, và P.C. Eklund, *The Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes* (Nxb Academic Press, Burlington, MA, 1996). Bài báo đầu tiên do S. Iijima, *Nature* 354, 56 (1991).

² Tôi không hề dung chuyện, xin xem bài báo của Mike Martin tại *Wireless NewsFactor* <http://www.wirelessnewsfactor.com/perl/story/20867.htm>. Những đề xuất khác về sử dụng nano ống bao gồm thiết bị phát từ trường cho màn hình, plastic dẫn điện, thiết bị trữ năng lượng (pin), phân tử điện tử, vật liệu nhiệt, cấu trúc composite, chất xúc tác, và bộ cảm ứng.

³ Nanopeapod là nano ống, với những khối cầu nhét bên trong. Xem B.W. Smith và D.E. Luzzi, *Chem. Phys. Lett.* 321, 169 (2000).

⁴ Một bài báo có tính đại diện do M. Bockrath et al, *Phys. Rev. B.* 61, 10606 (2000). Xem thêm <http://smalley.nice.edu>.

⁵ Tài liệu tham khảo toàn diện nhất là trang web của nhóm Alivisator tại UC Berkeley: <http://www.cchem.berkeley.edu/~pagrp/overview.html>. Xem thêm D.O. Dabbousi et al., *J. Phys. Chem. B.* 101, 9463 (1997)

thế với những thứ vật chất rõ ràng không có gì quan trọng là một câu hỏi rất lý thú - mà theo tôi ta có thể trả lời được rằng chẳng qua đó là bởi sức quyến rũ của niềm tin quy giản luận. Ý niệm cho rằng hẳn phải kiểm soát được những đối tượng ở thang nano hấp dẫn đến mức khiến người ta mù quáng trước bằng chứng hiển nhiên rằng điều đó không thể thực hiện được. Ý tưởng này cũng tràn ngập trong ngôn ngữ ta dùng để miêu tả những món đồ hàng mã nano, vốn dựa chắc vào sự tương tự về mặt vật lý của chúng với những vật thể vĩ mô, xem như là một cách để biến nó thành hữu hình. Tuy nhiên, những cấu trúc nano không phải là những cấu trúc vĩ mô, một điều trở nên hiển nhiên khi bạn gạt bỏ đi những biểu đồ, hoa mỹ và những biểu đồ do máy tính tạo ra để mô tả những thí nghiệm thực tế. Ví dụ như các ống nano, chúng không được tạo ra bằng cách thêm dần từng nguyên tử cacbon một như người ta vẫn làm với những tro chơi lắp ghép hay với một mẫu đan áo vẽ ra giấy, mà bằng phương pháp hóa học nhằm tách rời muội sinh ra khi có một tia laser cường độ lớn bắn phá vào một bia cacbon hoặc một cung cacbon đang cháy. Các tinh thể nano bán dẫn không được tạo ra bằng cách đập mẫu và in thạch bản, mà bằng phương pháp khắc axit điện hóa với axit hydrofluoric trong điều kiện chiếu sáng,¹ hoặc bằng cách nghiền vụn các tinh thể thông thường, rồi nhanh chóng bơm chung vào chất tẩy nóng. Danh sách còn cứ thế dài mãi. Cũng giống như những công việc chuẩn bị bề mặt mà tôi được chứng kiến hồi còn là một giáo sư trẻ, cái thực sự tạo ra những đối tượng này là một qui tắc mang tính tổ chức ở tầm độ cao. Thực ra thì người ta không kiểm soát những bản in thiết kế của chúng mà là kiểm soát một nhiệt độ, một tốc độ chảy của vật liệu, một định hướng của chất nền, hay một vài điều kiện hóa học khác.

Có phân hài hước là những thiết bị đo hiện đại tuyệt hảo lại cũng

¹ Đây là phương pháp mà người ta thường sử dụng để tạo ra silicon xốp tổ ong, là vật liệu dùng để sản xuất nano tinh thể. Xem L.T. Canham, *Appl. Phys. Lett.*, 57, 1046 (1990).

có thêm cái ảo tưởng cho rằng với sức mạnh kỹ thuật người ta có thể vượt qua được tất cả mọi trở ngại cơ bản. Để tránh bị quáng mắt theo kiểu ấy, ta phải hiểu được nguyên tắc vận hành của các thiết bị đo. Chẳng hạn, để có được hình ảnh của một món đồ hàng mã nano thì một bộ kính hiển vi điện tử hay một máy quét hình điện tử trước tiên bao giờ cũng phải giữ cố định hình ảnh đó trên một bức phông lớn cái đã, để buộc nó phải có được tính toàn khối của cả hệ thiết bị. Với đối tượng đã được giữ cố định như vậy, bạn có thể thu thập thông tin về đối tượng một cách tùy thích, bằng việc từ từ làm cho hình ảnh sắc nét dần. Nếu không giữ được cố định, bạn sẽ phải chụp thật nhanh, và như vậy thì cần phải có những cường độ bức xạ lớn đến mức nướng cháy luôn cả mẫu. (Đúng cái kịch bản này thực ra hiện đang được mang ra tranh cãi trong bối cảnh vừa khám phá ra những nguồn tia X dựa trên máy gia tốc, với hy vọng là bạn có thể thu thập được ngay vài thông tin gì đó trước khi mẫu kịp nổ tung). Điều này dẫn đến một hệ luận là, không cách gì có thể chụp được những bức ảnh về các món đồ hàng mã nano lúc chúng đang hình thành, và như vậy là cũng không thể chứng minh được rằng những lý thuyết bàn về nguyên nhân tồn tại của chúng là không đúng. Thậm chí khi sử dụng tia X một cách đơn giản để phân tích cấu trúc protein thì công đoạn đầu tiên vẫn là khai thác quá trình tinh thể hóa của protein - một quá trình đột sinh. Như vậy, xét về mặt thực tiễn, mọi phép đo ở thang nano chung quy chỉ là việc khéo léo khai thác một hiện tượng đột sinh mang tính tập thể nào đó mà thôi, và thế là ta chỉ thu được những hình ảnh giả và rất nhân tạo về cái có vẻ như đã được hiểu.

Sự thiếu tương xứng giữa cái bạn có thể “nhìn thấy” và cái bạn có thể gây tác động trực tiếp lên lại khiến tôi chạnh lòng nhớ đến những chuyện thông thường về y học. Tôi có một người chú làm bác sĩ giải phẫu thần kinh. Có lần ông rủ tôi đến bệnh viện của ông để cho xem những tấm ảnh cộng hưởng từ của não. Ấy là do trước

đó trong khi vừa ăn tối vừa nói chuyện, ông hỏi tôi nghĩ gì về kiểu chụp này, và với cái lối vênh vang thường thấy ở đám sinh viên khoa vật lý, tôi đã trả lời là không làm gì có chuyện đó được. Hồi đó tôi chưa hiểu về thủ pháp biến đổi cường độ từ trường tại các vị trí khác nhau trong buồng đo, hoặc không biết rằng trên thị trường đã có bán những sản phẩm sử dụng thủ pháp đó. Thấy buồn cười với câu trả lời của tôi nên dù rất bận, chủ tôi vẫn bỏ thời gian ra đưa tôi đi xem bộ sưu tập của ông, bao gồm không chỉ có những thứ thú vị liên quan đến ngành giải phẫu, mà cả những bức ảnh ghê sợ chụp những khối u ác tính đã di căn. Cuối cùng ông thở dài và thừa nhận là kỹ thuật chẩn đoán đã vượt xa kỹ thuật chữa trị, và rằng những bệnh nhân đó cuối cùng đều chết. Sự không tương xứng đó làm tôi cảm thấy lạ lùng khó hiểu, nhưng rồi sau này tôi mới nhận ra rằng đơn giản lúc đó tôi đang nhìn những món đồ hàng mã của khoa giải phẫu thần kinh.

Cũng do những điều kiện của môi trường vật lý trên trái đất - nhiệt độ, độ dài ngày đêm, môi trường hóa học, v.v... - nên đại đa số những ví dụ về sự tự tổ chức ta thấy được đều nằm trong lĩnh vực hóa học và đều liên quan đến sự kết tập của nguyên tử thành các cấu trúc chứ không như đối với các loại hạt khác. Ta cũng có biết những ví dụ chỉ gồm toàn các nucleon, nhất là gồm bản thân các hạt nhân nguyên tử và những quy tắc về tính ổn định đồng vị, hay chỉ toàn các electron, chẳng hạn như từ trường trung mô [mesoscopic], hay quá trình tinh thể hóa Wigner,¹ nhưng chúng khá khó hiểu và đòi hỏi phải có những máy móc rất tinh vi mới phát hiện được. Vì vậy, dù vẫn có thể hình dung được rằng hành trạng tương tự như của sự sống là hành trạng đột sinh trong những bối cảnh khác với

¹ Việc các electron cơ học lượng tử có thể tinh thể hóa nếu bị làm lạnh tới một mức nào đó và làm loãng đi, được nhà lý thuyết E. P. Wigner phát hiện ra đầu tiên. Quan sát về sự tinh thể hóa Wigner được thực hiện qua việc phun electron lên bề mặt heli lỏng. Xem C. C. Grimes và G. Adams, *Phys. Rev. Lett.* 42, 795 (1970).

những bối cảnh của hóa học thông thường, nhưng các thí nghiệm cần thiết để chứng thực cho các ý tưởng đó hiện nay đất một cách không tương tượng nổi. Điều này dẫn đến một hệ quả thú vị là rất nhiều nhà hóa học xem hiện tượng tự tổ chức là phạm vi hoạt động của riêng họ và là đường ranh giới thực tế giữa ngành của họ và vật lý học. Thái độ sở hữu này đôi khi dẫn đến những chuyện buồn cười. Có một lần, tại một buổi tiệc, tôi ngồi cạnh Arthur Kornberg, người phát hiện ra enzyme trùng hợp sao chép di truyền của ADN. Tôi đã có một cuộc nói chuyện nhớ đời với ông về cỗ máy của sự sống khi nhờ miệng đưa ra ý kiến cho rằng tất cả những thứ đó đã được triển khai thành một bài toán vật lý tuyệt vời. Ông ngưng lại rồi kiên nhẫn giải thích cho tôi là có rất nhiều thao tác hóa học liên quan, rồi sau đó lãng luôn sang chuyên khác. Ông ban tôi nghiệp ấy đã phải nghe chán chề về chủ đề đó rồi, và không muốn tốn thời gian vào những cuộc tranh luận không đi đến đâu về những nguyên lý cơ học mà không ai đo đếm gì được mà cũng chẳng có mối liên hệ nào với những kết quả thực nghiệm. Tôi rút kinh nghiệm từ vụ đó và không bao giờ còn dám dấn dẫm đến từ *vật lý* trong những cuộc tranh luận nghiêm túc với các nhà hóa sinh học, nhất là với những ai được đào tạo về y học.

Cội rễ của cuộc xung đột giữa các nhà vật lý và hóa học trong việc ai hiểu rõ hơn ai quá trình tự tổ chức đột sinh lại nằm ở một khía cạnh quan trọng và chắc chắn là phi khoa học thuộc về tâm lý con người: Đối với phần lớn chúng ta, hiểu một cái gì đó đồng nghĩa với việc kiểm soát được nó. Chẳng hạn như tôi không hiểu về máy đưa con có nghĩa là tôi bảo ma chúng không nghe lời. Tôi không hiểu về xe có có nghĩa là xe tôi ngón xăng hơn là tôi muốn, hay tôi không khởi động được xe. Thường hay nghe người ta nói: tôi chẳng hiểu cái hóa đơn truyền hình cáp này là thế nào; tôi chẳng hiểu cái nhà nước này ra sao nữa; khó mà hiểu được người khác giới với mình. Chứ có mấy khi nghe nói: tôi chẳng hiểu gì cái buồng vệ sinh của

tôi; tôi không hiểu nổi cái vòi tưới ngoài vườn; tôi chẳng hiểu gì mở rau cần. Theo cách nhìn của nhà hóa học, hiểu cái gì đó thường có nghĩa là làm ra và quan sát nó, tốt nhất là trước khi có người khác làm. Theo cách nhìn của nhà vật lý thì hiểu cái gì đó có nghĩa là phân loại được nó, biết chắc là phân loại như thế là chính xác, và liên hệ nó với những gì tương tự. Cái ý tưởng "không hẳn là sai" của Wolfgang Pauli đóng vai trò trung tâm của vật lý học nhưng chẳng ăn nhập gì với hóa học cả. Và thế là không ngành nào hiểu ngành nào về cái sự hiểu cả, một số ngành xuất phát từ Kim tinh, một số ngành khác lại xuất phát từ Hỏa tinh.

Không may là trong khi các nhà khoa học đang loay hoay cãi nhau xem ai là chủ nhân ông vũ trụ thì những món đồ hàng mã nano nhảy vào chiếm lĩnh trận địa, sinh con đàn cháu đống và tranh hết phần. Tâm kế của chúng là tìm cách thay đổi luật chơi: càng tìm thấy nhiều đồ hàng mã người ta lại càng phải vất vả liệt kê những đặc tính của chúng và chi tiết hóa cây phả hệ của chúng, càng mù quáng kiểu chỉ nhìn thấy toàn cây mà chẳng thấy rừng. Té ra mấy món đồ hàng mã nano chẳng phải xuất phát từ Kim tinh hay Hỏa tinh nào cả, mà là từ không gian vũ trụ ngoài xa.

Cái ta đang thực sự trải qua, tất nhiên, không phải là một cuộc xâm lược của các sinh vật ngoài hành tinh, mà là một sự dịch chuyển hình mẫu khoa học - một sự tái tổ chức trên qui mô lớn trong việc ta suy nghĩ ra sao về sự chi phối của các sự kiện đối với bản thân mình. Rõ ràng là đối với những ai không nắm vững vấn đề thì buổi vũ hội hóa trang này của những món đồ hàng mã đang đại diện cho một cái gì đó mới mẻ trong lịch sử tương tác của con người với tự nhiên, và việc biến vũ hội đó thành một thứ khoa học đòi hỏi cần có một phát minh - một cấu trúc xã hội kết hợp được các bộ phận của những ngành khoa học cũ vào thành một cái gì đó có thừa khả năng chất lọc ra được cái toàn thể vĩ đại hơn từ tổng của các bộ phận. Và cũng rõ ràng rằng điều này chưa thấy xảy ra.

Hiện trạng của ngành vật lý nano và những cái có chung của nó với sinh học chính là một phần kết quả của những sự thiếu tương hợp nói trên về mặt cơ cấu. Hiện trạng này không giống mấy với một bước lùi vui vẻ về mặt học thuật, mà lại giống một cuốn phim cao bồi miền Viễn Tây, trong khi những người chăn gia súc thả rông đang bận tranh chấp với đám chủ trang trại và phá phách rào đậu của họ, thì bên đường sắt cứ âm thầm mua hết các vùng đất sinh lời và hối lộ những nhà lập pháp để họ ngoảnh mặt làm ngơ. Sự giống nhau này không phải là một sự tình cờ, bởi vì ở thang kích thước đó cùng với những nguyên lý tự tổ chức đang có hiệu lực ở đó lại chính là ranh giới của khoa học hiện đại. Đó là một vùng đất nhện nhíp, là nơi chôn nhau cắt rốn của nhiều người trong chúng ta, nhưng không phải dành cho những kẻ yếu bóng vía. Nó chính là trường hợp của miền Viễn Tây hoang dã, những qui tắc ứng xử cá nhân trong vương quốc này khá mập mờ, vì bàn tay của chính phủ vẫn chưa vươn tới đó. Dân chúng bận rộn đóng cọc chiếm đất trước rồi bàn gì thì bàn sau, đem hết khả năng có được để làm ăn sinh sống trong một xã hội cực kỳ lộn xộn nhưng cũng đầy rẫy cơ hội. Tiền bạc rủng rỉnh, cơ nghiệp được gây dựng và đổ vỡ chỉ trong vài ván xì phé hay trong một cuộc đọ súng trên con phố chính bụi bặm của thị trấn. Cũng có những vụ lừa đảo lớn về đất đai và hầm mỏ, và vô khối các loại thuốc được bán, thuốc thật có thuốc lang băm có. Nhưng rồi từ thừa đó đến giờ, khả năng bất tận trong việc có được những khám phá lớn lao mang tính cầu may vẫn quyến rũ người ta đến với những vùng đất hoang dã và luật pháp lỏng lẻo như vậy.

Đối mặt với những thất bại rành rành và liên tục trong việc tìm kiếm vận may, có những lúc người ta khó mà giữ được niềm tin rằng không chóng thì chày cũng phải khám phá ra điều gì đó, ít nhất là trong bối cảnh của những thể chế mà hiện ta có. Nhưng trước khi ngã lòng và bỏ cuộc, có lẽ khôn ngoan hơn hết là phải cố nhớ lại xem những lớp người cứng đầu cứng cổ trước kia đã phải đối diện

với những bài toán hóc búa như thế nào, và rồi bằng cách nào họ đã dùng cảm lẫn theo những đầu mối mà tự nhiên để lộ ra một cách nhỏ giọt để cuối cùng đột phá được và tìm ra được giải pháp. Sự kỳ diệu của màu sắc trong tự nhiên đã hé lộ những nguyên lý hóa học để cuối cùng dẫn đến việc phát minh ra các loại thuốc nhuộm anilin. Sự kỳ diệu của khả năng tách song trong đất đá đã hé lộ những nguyên lý của bán dẫn để cuối cùng dẫn đến việc phát minh ra tranzito. Trong mỗi trường hợp như vậy, việc tiếp tục dần bước đòi hỏi phải phát minh được ra toàn bộ những qua trình tư duy, những thực tiễn mà trước đó không ai không nhận ra là thiếu cho tới mãi rất lâu sau khi người ta đã phát minh ra chúng. Hôm nay ta đang suy tư về phép màu của sự sống và về những nguyên lý tổ chức ở thang nano. Có thể tưởng tượng được rằng sẽ không có cách gì giải được bài toán này, nhưng riêng tôi không nghĩ thế. Ta cũng có trong tay những mẫu thông tin quan trọng về vấn đề này không khác gì như ta đã có trong tay những mẫu thông tin về thuốc nhuộm, về bán dẫn, và về tất cả những kỹ quan kỹ thuật giờ đây đã được ứng dụng trong kinh tế học và đã len lỏi vào đời sống thương mại của chúng ta: tự nhiên đã từng làm điều đó rồi. Phải thừa nhận rằng phải trải qua một thời gian địa chất dài đằng đẵng để tự nhiên thực hiện những nghiên cứu của mình, và rồi đối với những thứ khác cũng đúng vậy thôi.

Có bạn tôi đi chơi vài ngày đến vùng núi phía bắc Yosemite với một cậu con trai và hai người bạn. Để hợp với thời gian biểu của mọi người, chúng tôi phải đi vào dịp tháng Tám, tức là kiểu gì cũng dễ gặp rắc rối về chuyện nước nổi. Vào mùa hè vùng núi này thường ít mưa, muộn thế này thì những đám tuyết cuối mùa cũng đã tan hết, các khe suối đều cạn khô, nên phải lên kế hoạch đi chơi quanh khu vực những hồ còn nước. Trời lại nóng. Phía trên các rừng cây chỉ thấy có núi đá trọc và đá sa khoáng băng hà, cả một vùng đất rộng chỉ toàn hoang mạc khô cằn, mặc dù ở đây rất cao so với mặt biển.

Suốt trong ngày thứ ba, chúng tôi phải vượt qua một chặng đường rất dài và khô đi của vùng hoang mạc, và trước khi trời tối chỉ vừa kịp đến cạnh một cái hồ nhỏ, được đánh dấu trên bản đồ là “không thích hợp để cắm trại”. Rủi là ngoài cái hồ này chẳng còn sự lựa chọn nào khác, nên chúng tôi quyết định mặc kệ lời cảnh báo và đành chịu khó đối mặt với bất kỳ điều gì bất ngờ xảy đến với mình trong một đêm ngắn. Thật là sai lầm. Sau khi uống hết sạch nước và cuốc bộ cả buổi chiều qua một chặng đường dài trơ trọi không một bóng cây, chúng tôi lần xuống hồ nước và phát hiện ra đó chỉ là một cái vũng nông chœn, lầy lội, rong rêu, đầy muối, rất khó tới gần vì bờ hồ rất rộng và lầy, lỗ chỗ vết chân hươu và súc vật. Cộng vào đó, quang cảnh khắp bốn bề quanh hồ nom khô khốc và quanh quẽ như trên cung trăng, chỉ có mỗi ưu điểm là nó không che khuất con đèo Gấu Nâu, đường thoát ra sáng mai của chúng tôi.

Tôi mệt và khát đến nỗi không thể nghĩ đến việc thôi không cắm trại ở đây nữa và tiếp tục vượt đèo trong đêm, nhất là khi cũng không rõ bên kia đèo liệu có nước không. Thực ra là tôi đã rất lo đến khả năng nay từ trước nên lúc sớm đã hỏi một người cưỡi ngựa qua đường xem đến chặng nào thì có nước. Anh ta nói hình như đi khỏi đèo khoảng vài dặm gì thôi, nhưng cũng không chắc lắm vì đã nhiều tuần nay anh không qua đó. Nhưng chuyện cũng chẳng để làm gì vì mấy người bạn trẻ tuổi không chịu nổi cái hồ nữa rồi và nhất quyết đi tiếp bằng đợc, nên rớt cuộc bỏ con tôi cũng phải cố.

Và thế là, với một quyết tâm sắt đá, cả bọn lặng lẽ leo lên theo sườn đèo đang dốc dần thành những đường zig-zag vô tận, rồi lại quay ngoắt lại, và kịp lên đến đỉnh đồi khi mặt trời vừa khuất bóng. Bên kia con đồi là một đường dốc đứng trong bóng đêm xuyên qua những bờ dốc trọc mắt cá dẫn xuống một suối cạn ở khe núi. Chúng tôi lê gót xuống tới chân con đèo đá và chuẩn bị bắt đèn pin lên để lần xuống khe núi thì bất chợt tôi nghe thấy nó: tiếng nước róc rách rất nhỏ, nhưng không lẫn vào đâu đợc. Vậy là anh kia đã sai.

Có một con suối nhỏ ở chân dốc lẩn trong những rặng liễu. Chúng tôi được cứu thoát.

Tôi không nhớ chính xác chi tiết của cả buổi tối hôm đó, vì người tôi cứ như mụ đi, chắc là thiếu muối, nhưng cũng không sao. Chúng tôi nhóm một đống lửa nhỏ trên một phiến đá hoa cương, nấu vài miếng đồ ăn khô đông lạnh rồi lẩn về chỗ, lẩn ra ngủ ngay lập tức. Nhưng tôi nhớ mãi những ấn tượng: mùi hương cây liễu và ngải đắng, màn trời đen bao bọc bởi vách núi và ánh hào quang của dải Ngân Hà, tiếng rì rào của con suối, và thỉnh thoảng là những tiếng than thở của gió núi lảng lờ vang vọng từ những vách đá. Có cả tiếng một con sói đồng hoang tru vọng xuống khe núi, nhưng cuối cùng nó cũng chán và bỏ đi.

Có những con suối ở những chốn hoang dã, nơi không ai lai vãng, và những nguồn nước tươi mát không ai biết tới. Nhưng để tìm ra được nó, bạn phải lùng sục mọi nơi, phải nghiên cứu địa hình, phải trung thực với chính mình khi bạn hiểu sai cái gì đó, và phải tin tưởng nơi Thượng Đế.

Tà điện của cơ chế bảo vệ

Tự nhiên có thói quen hay ấn mình.

Heraclitus

Những ai yếu bóng vía muốn trốn tránh thực tại - mà phần lớn mọi người là như vậy - đều biết đến Tà điện của Thần lực, vốn đã trở thành bất diệt trong bộ phim nhiều tập có tên *Chiến tranh giữa các vì sao*. Hình mẫu hoang đường vĩ đại này chính là mặt Ác của cái mà các triết gia Khắc kỷ gọi là *trật tự tự nhiên*, một nguyên lý hay một bản chất bao quát mà họ nghĩ là thấm nhuần toàn bộ vũ trụ. Tà điện luôn lẩn khuất đâu đó để kéo bạn vào vòng sa ngã. Ai vững vàng thì tránh được sức cám dỗ của nó, còn những kẻ yếu đuối như Darth Vader thì bị khuất phục. Cái ác xấu của Tà điện bắt đầu trở thành nghiêm trọng khi Darth và những học giả hắc ám khác ngồi lại với nhau lập mưu tính kế. Một trong số đó là tên Thượng nghị sĩ Palpatine độc ác; y đã thành công trong việc trở thành đệ nhất thiên hạ hoàng đế bằng cách tuyển mộ tay chân cho Tà điện và gieo rắc những mối hiểm họa tưởng tượng đối với hòa bình và ổn định mà nếu được hội đồng lập pháp trao cho quyền lực tối cao thì y có thể "ra ân" giải quyết. Lo cho sự an nguy của bản thân và mong được bảo vệ, mọi người đã chấp thuận trao cho thượng nghị sĩ những quyền lực noi trên, hóa ra chỉ để hấn nắm chặt họ trong bàn tay chuyên chính tàn bạo đến ghê tởm của mình.

Không chỉ có những chính thể và những phiên bản nhiễu nhiễu trong khu vực tư nhân của nó, như các băng đảng Mafia, mà cả bản thân tự nhiên cũng dự phòng một cơ chế bảo vệ thông qua những định luật vô cảm đối với những ảnh hưởng gây mất cân bằng đến từ bên ngoài.¹ Cơ chế bảo vệ tạo ra tính chính xác và tính đáng tin cậy trong thế giới vật chất cũng như trong thế giới loài người, nhưng những phiên bản vật chất của cơ chế đó lại có cái lợi thế nhờ vào tính ban sơ của chúng, nên người ta có thể không chút nghi ngờ đồng nhất chúng với những hiện tượng bột phát mang tính tự tổ chức không dính dáng chút gì đến trí tuệ, ngoài bản thân nguyên lý tổ chức. Những đặc tính sắp xếp có trật tự mang tính phổ quát của các vật thể rắn, dòng chảy của các chất siêu chảy, và rồi thậm chí cả tính trống rỗng của không gian, tất thảy đều là một số trong rất nhiều những ví dụ cụ thể và có bằng chứng hiển nhiên về hiệu ứng này.² Sự vô cảm của tính bền vững vật chất đối với việc một nguyên tử bị lệch ra ngoài vị trí của nó không khác gì sự vô cảm của kết quả bầu cử đối với một quan điểm chính trị cá nhân lệch lạc - mà chẳng hiểu sao quan điểm chính trị của tôi luôn lệch lạc kiểu ấy. Cuối cùng, cơ chế bảo vệ cũng vượt qua được sự thiếu hoàn hảo bằng vào tính bảo thủ của một người mẹ ngắm đoàn diễu hành rồi thốt lên: "Nhìn kìa, bọn trẻ khác đều chuệch choạc cả, chỉ mỗi thằng Johnny con tôi đi đúng hàng".

Tuy nhiên, cũng giống như những bản sao của chúng trong thế giới loài người, những cơ chế bảo vệ trong tự nhiên cũng có phần tà diện của nó - khuynh hướng che đậy những nguyên nhân tối hậu nhằm hạn chế quan kiến của mọi người. Ví dụ, độ cứng có tính đàn hồi của trạng thái rắn tuy là một định luật mạnh cho phép thiết kế

¹ David Pines và tôi dùng từ "cơ chế bảo vệ" như một từ lóng đồng nghĩa với cụm từ chuyên môn (nên dễ gây hiểu lầm) trong vật lý học là "điểm thu hút cố định của nhóm tái chuẩn hóa [renormalization = tái chuẩn hóa hay đúng hơn là sự trở lại trạng thái ban đầu, ND.]".

² Những mối quan hệ này được P.W. Anderson diễn tả một cách súc tích trong cuốn *Concepts in Solids* (Nxb World Scientific, Singapore, 1998).

được những cấu trúc đáng tin cậy, nhưng lại hoàn toàn che khuất sự có mặt của các nguyên tử, vì những đặc tính đàn hồi là những hệ quả phổ quát của mọi quá trình sắp xếp có trật tự, và giá như các chất rắn được cấu tạo từ các loại vật liệu nào khác thì chúng vẫn sẽ giữ nguyên. Việc chứng minh sự tồn tại của các nguyên tử là một việc không thể thực hiện được nếu như không có công nghệ đo đạc, như tán xạ tia X, có khả năng né tránh được cơ chế bảo vệ. Việc không cần biết đến nguyên tử cũng chẳng thành vấn đề nếu như ta chỉ quan tâm đến sản xuất ô tô hay các tòa nhà chọc trời, nhưng lại là cả một vấn đề lớn nếu ta muốn sản xuất máy tính hay giàn vô tuyến. Có thể lập luận rằng bản tính bừa bãi của tiến bộ công nghệ chính là tà diện của cơ chế bảo vệ, nếu như ta quan niệm công nghệ là một cái gì đó “trái tự nhiên”. Chân không của bản thân không gian chính là trường hợp cực hạn của bài toán này, nó bộc lộ những tín hiệu về hành trạng được bảo vệ một cách phổ quát trong những thí nghiệm mà hiện nay ta đủ khả năng tiến hành, và do đó cũng bộc lộ về sự chi phối của những định luật vi mô mà ta không làm cách nào nhận biết được cho tới khi công nghệ gia tốc đạt được những tiến bộ mới.

Trong đời sống hàng ngày cũng có nhiều cái giống với tà diện của cơ chế bảo vệ. Các cửa hàng như McDonald, Starbuck, và KFC hoạt động rất hữu hiệu vì sản phẩm của chúng luôn ổn định và rất đáng tin cậy khiến bạn luôn biết trước có thể mua gì ở những hiệu đó. Tuy nhiên, việc quản lý chặt chẽ tại các cửa hàng đó cũng kìm lại khả năng bạn có thể tìm thấy một cửa hiệu đưa ra những sáng kiến mới. Đó là lý do vì sao mà những ai có tư duy độc lập thường không thích những công ty kiểu này - mặc dù họ có thể có cổ phần trong đó, hoặc khi cần quá thì tạt vào cũng không sao. Dù có là một cổ đông hay không của các công ty này thì tôi cũng sẽ không mua sữa chua lạnh ở các cửa hàng của họ, kể cả khi lỡ bữa ở sân bay, và tôi cũng xin cảnh báo cho những ai có thói quen sống bừa bãi rằng

hình phạt họ phải chịu dưới địa ngục sau này là bi khóa chân vĩnh viễn vào bàn ăn với một thực đơn duy nhất là sa-lát gà Caesar. May cho tất cả chúng ta là ở Pháp không có máy cơ chế bảo vệ. Những chuyện tiểu lâm phần nào hơi cay nghiệt hơn về chủ đề này ta có thể nghe được từ mấy người Nga từng sống dưới thời còn là Liên Xô, hay trong chuyện *Anh chàng với con chó* của Harlan Ellison, một câu chuyện hài bi thảm trong đó xã hội hậu Thế-Chiến-Thứ-Ba bảo vệ "lối sống" của mình bằng cách ra lệnh cấm tiết những gì là mới.¹ Nhân vật chính của Ellison là một anh chàng bị bệnh ghét phụ nữ, đào thoát khỏi cơ chế bảo vệ để quay trở lại mặt đất cứu con chó có khả năng ngoại cảm của anh đang sắp chết đói bằng cách cho nó chén thịt cô bạn gái mà anh đã ngáy đến tận cổ. Vợ tôi chẳng thích chuyện này.

Tất cả mọi trường hợp về cơ chế bảo vệ được dẫn chứng hẳn hoi trong vật lý đều được đặc trưng bởi tính bất biến thang.² Câu chuyện về một đạo diễn không có chuyên môn về vật lý muốn làm một bộ phim về một ống hơi của giàn đại phong cầm đã minh họa rất tốt cho ý niệm này. Rõ ràng đây không phải là công việc kiếm được bốn tiền, nhưng với tư cách một đạo diễn tiên phong, ông tin rằng bộ phim sẽ là một trải nghiệm điện ảnh cao nhất về Thiên. Mới quay được vài phút thì ông cho rằng chưa tốt, nên hét "cắt" và phân cảnh lại. Ông gọi các kỹ thuật viên lại để làm một cái ống hơi

¹ *Tiểu thuyết ngắn của Harlan Ellison A Boy and His Dog* đã được dựng thành một bộ phim với kinh phí thấp vào năm 1974, do Don Johnson thủ vai chính. Nguyên câu chuyện này là dựa theo cuốn *The Beast That Shouted Love and the Heart of the World* (Nxb Avon Books, New York, 1969) của H. Ellison.

² Có rất nhiều tư liệu về chủ đề thang độ bất biến và khả năng quay về trạng thái ban đầu ở điểm i chuyển pha. Cuốn sách mà tôi thường dùng là cuốn sách do người phát hiện ra vấn đề này viết: L.P. Kadanoff, *Statistic, Dynamics and Renormalization in Statistical Physics* (Nxb Cambridge University Press, London, 1996). Lưu ý là người ta thường hiểu rằng phiên bản lượng tử (ví như nhiệt độ không) của những hiện tượng này tương tự một cách định tính với phiên bản "thống kê" của nó. Xem S. Sachdev, *Quantum Phase Transitions* (Nxb Cambridge University Press, London, 1996).

có kích thước gấp đôi theo các chiều - và tất nhiên thanh âm phát ra sẽ phải trầm hơn - và bảo người phụ trách máy quay lùi lại một chút, làm sao cho cái ống đã được làm to ra vẫn nằm gọn trong khuôn hình. Rồi ông tiếp tục cho quay lần nữa - cho tới khi ông ta phát hiện ra mình đã sai lầm. Trong lúc cầu, ông tọng hết cả cuộn phim đã in tráng vào máy chiếu, bật công tắc cho nó quay nhanh gấp đôi, và xác nhận khá chính xác rằng, hình ảnh cũng như âm thanh hóa ra không khác gì so với lúc trước. Những cải tiến của ông chẳng mang lại thay đổi gì. Lý do ở đây là: những định luật thủy động lực học chi phối âm thanh của ống đàn là những định luật bất biến về thang. Hành trạng của ống được quan sát vẫn giữ nguyên dù kích thước của mẫu tăng gấp đôi, trong điều kiện chiều dài khoảng cách và thời gian đo cũng được tăng lên gấp đôi. Quá trình này được gọi là quá trình *tái chuẩn hóa*, và nó là cơ sở truyền thống mang tính quan niệm để bàn thảo về cơ chế bảo vệ trong vật lý học.¹

Tính tái chuẩn hóa được về căn bản là không cân xứng. Trong trường hợp ống hơi của giàn đại phong cầm, người ta có thể chỉnh kích thước lớn hơn mãi mà không sợ vi phạm quy tắc tái chuẩn hóa, nhưng nếu người ta thu nhỏ mãi kích thước lại thì chỉ làm vậy được đến kích thước nguyên tử mà thôi, đó là điểm mà các định luật thủy động lực học không còn áp dụng được nữa. Thực ra thì hình dung thí nghiệm này theo hướng ngược lại sẽ dễ hiểu hơn - bắt đầu từ mẫu nhỏ rồi tăng dần kích thước lên. Người ta thấy rằng những hiệu chỉnh cần thiết đối với thủy động lực học như tính hạt của nguyên tử, các quy tắc nhớt phi tuyến, sự phụ thuộc của dòng chảy vào những nhân tố bên trong, ngoại trừ áp suất, v.v..., sẽ nhỏ dần đi mỗi khi thay đổi kích thước, dẫn đến sự "đột sinh" của hiện

¹ J.C. Collins et al., *Renormalization* (Nxb Cambridge University Press, London, 1984). Xem thêm C. Itzykson et al. *Statistical Field Theory: Volume 1, From Brownian Motion to Renormalization and Lattice Gauge Theory* (Nxb Cambridge University Press, London, 1989), và J. Cardy et al. *Scaling and Renormalization in Statistical Physics* (Nxb Cambridge University Press, London, 1996).

tương thủy động học ở giới hạn của mẫu có kích thước lớn. Đó là tin mừng. Tin buồn là vẫn có thể còn nhiều khả năng khác. Nếu số nguyên tử trung bình trên một đơn vị thể tích nhiều hơn một chút, những tính chất phổ quát của các chất rắn dạng tinh thể có khả năng sẽ đột sinh trong quá trình tái chuẩn hóa, thay cho các chất lỏng. Người ta có thể nói rằng những mẫu nhỏ chứa đựng những yếu tố của mọi pha có thể có của chúng - giống hệt như một đứa bé có chứa tất cả các yếu tố của nhiều kiểu tuổi trưởng thành khác nhau - và rằng căn tính của hệ thống với tư cách là một pha này hay một pha khác chỉ phát triển sau khi một số đặc tính của nó bị cất tĩa bớt, tạo điều kiện cho những đặc tính khác phát lộ.

Thuật ngữ chuyên môn dùng để gọi sự thu nhỏ lại của một đặc tính vật lý nào đó, như độ bền biến dạng trong các chất lỏng, dưới tác động của quá trình tái chuẩn hóa là *tính không quan yếu [irrelevance]*. Như vậy, trong một chất lỏng, những hiệu chỉnh thủy động lực học - thực tế hầu hết là những đặc tính của một tập hợp nguyên tử mà người ta có thể hình dung là đo được - là không quan yếu, cũng giống như những hiệu chỉnh về tính bền đàn hồi khi hệ thống là một hệ rắn. Không may, thuật ngữ tính không quan yếu cũng lại là một thuật ngữ đứng đầu trong danh sách những sự lựa chọn thuật ngữ chuyên môn ngu ngốc nhất xưa nay. Nó khiến cho người ta rối tinh lên, kể cả với các nhà vật lý chuyên nghiệp, vì có quá nhiều nghĩa. Tôi có thể kể tràng giang đại hải về việc người ta trao giải cho các nhà khoa học vì phát minh được những cái người khác không hiểu nổi, nhưng tôi sẽ tự giới hạn với nhận xét rằng, cách làm việc dễ nhất là gắn cho từ ngữ thông dụng một nghĩa mới. Bạn cứ nói chuyện dài dài đi, rồi tình cờ buông ra một từ ngữ kiểu như vậy, chắc chắn người nghe bỗng rối trí ngay. Thủ thuật giải mã là phải nhận ra được rằng từ "không quan yếu" có hai cách hiểu. Một có nghĩa là không thích hợp, một từ có thể áp dụng được cho rất nhiều trường hợp, nhưng không phải trong vật lý học. Nghĩa kia

là, “không cách gì đo đếm được vì quá nhỏ hiểu theo những nguyên lý đột sinh”, một cách hiểu có thể áp dụng được cho một số hiện tượng vật lý nhất định.

Sự đột sinh của những nguyên lý thông thường của cơ chế bảo vệ đòi hỏi phải có một bước rẽ ngoặt đáng quan tâm khi hệ thống đạt trạng thái cân bằng ở một điểm chuyển pha, sao cho hệ không xác định được sẽ tự tổ chức theo kiểu nào đó. Điều rất có thể xảy ra ở đây là, chẳng có gì quan yếu hết ngoại trừ một đại lượng đặc trưng sẽ tiếp tục tăng tiến không giới hạn khi kích thước của mẫu lớn dần lên, chẳng hạn như lượng tử tính trong một vật liệu từ. Đại lượng *quan yếu* này rốt cuộc sẽ quyết định xem hệ thống tồn tại ở pha nào. Ví dụ như trong trường hợp từ tính, sự tăng trưởng sẽ là âm nếu nhiệt độ vượt quá một giới hạn nhất định, khiến từ tính ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ giới hạn đó sẽ biến mất. Hoặc là nhiễm từ toàn phần hoặc là không gì hết. Cũng có thể có những đại lượng không tăng cũng không giảm, nhưng những thứ gọi là các biến thiên biên như vậy là những thứ đặc trưng cho một loại chuyển pha chết yếu rất hiếm hoi (coi như không bao giờ xảy ra) trong tự nhiên. Tình thế giống một cuộc chơi kéo co giữa hai đội khỏe ngang nhau. Khi bắt đầu chơi, hai đội co đi kéo lại - một đội chiếm ưu thế hơn rồi lại đến đội kia - bộc lộ những đặc trưng chung của trò chơi kéo co, mọi diện mạo khác của đời sống đều trở nên không quan yếu. Về cuối, một đội kéo sợi dây càng lúc càng nhanh hơn về phía phe mình, đội kia không còn làm chủ tình thế được nữa, bị kéo rê và ngã chổng kèn cả loạt. Trong bối cảnh này, thể nào cũng có đôi thắng là điều chắc chắn, nhưng trong thời gian bao nhiêu lâu mới đột sinh đội thắng thì không ai xác định được. Xét về nguyên tắc thì cuộc tranh tài có thể kéo dài không biết đến bao giờ nếu hai đội mạnh ngang nhau một cách khó tin. Nhưng trên thực tế, sự ngang tài ngang sức lại khiến cho họ rất dễ bị tác động bởi những ảnh hưởng bên ngoài, như một cơn giông, hay tiếng hò reo của người xem, và đó mới là

nhân tố quyết định thắng thua, chứ không phải là do đội này thực sự mạnh hơn đội kia đôi chút. Hiệu ứng này cũng diễn ra giữa các ứng cử viên ngang tài ngang sức, vì vậy mà những cuộc tranh cử kiểu ấy chẳng có nghĩa lắm.

Cơ chế bảo vệ mang tính cân bằng xuất hiện khá phổ biến trong tự nhiên, nhưng không nhiều như người ta thường nghĩ, vì hầu hết các quá trình chuyển pha, như hiện tượng bốc hơi của nước, đều có một ẩn nhiệt buộc các pha song song tồn tại. Nước tồn tại rất tốt ở trạng thái cân bằng pha trong một ngày nóng ẩm, chút ít trong không khí, còn lại thì trong các ao hồ. Sự cân bằng này chính là nguyên nhân khiến cho những ngày trời nồm rất khó chịu, vì nó khiến cho hơi nước từ cơ thể không thể bốc hơi để làm nguội thân nhiệt. Nhưng nếu nước phải chịu tác động của áp suất thì nhiệt cần thiết để chuyển hóa chất lỏng thành hơi có thể được làm cho giảm thiểu và biến mất hoàn toàn, xóa nhòa ranh giới giữa thể lỏng và thể khí. Khi nhiệt lượng này biến mất, ta có được hiệu ứng cân bằng dịch thực gọi là trạng thái *opan* [*opalescence*] *tới hạn*, ở trạng thái này chất lỏng trở nên trắng đục như sữa.¹ Hiệu ứng này đôi chút giống với sương mù, nhưng thú vị hơn nhiều, vì nó không hề có thang. Kích thước các giọt sương trong một đám sương mù được xác định bởi những nhân tố của môi trường như bụi hoặc những hạt muối li ti trong không khí, và kích thước này cũng dễ dàng trở nên rất lớn - như có thể thấy ở các vùng ven hồ. Nhưng dưới tác động của áp suất, sự rối loạn của chất lỏng tăng đến tối đa, và hành trạng kiểu sương mù của nó đồng thời tồn tại ở mọi thang kích thước. Dù hiệu ứng này rất ngoạn mục, nhưng ứng dụng thực tế của nó chỉ giới hạn

¹ Biểu hiện kinh điển của hiện tượng trắng đục như sữa tới hạn là khi nén tại nhiệt độ cao. Ví dụ như ánh sáng tán xạ từ điôxít cacbon tại điểm tới hạn được công bố bởi J.A. White và B.S. Maccabee, *Phys. Rev. Lett.* 26, 1468 (1971). Những ví dụ khác diễn ra trong các hệ hóa học: P.A. Egelstaff và G.D. Wingnall, *J. Phys. C* 3, 1673 (1973); J.S. Huang và M.W. Kim, *Phys. Rev. Lett.* 47, 1462 (1981); C. Herkt-Maetzky và J. Schelton, *Phys. Rev. Lett.* 51, 896 (1983); G. Dietler và D.S. Cannell, *Phys. Rev. Lett.* 60, 1852 (1988).

ở việc thiết kế buồng hơi của động cơ, sử dụng tính chất đặc biệt này để làm tăng hiệu suất nhiên liệu.

Tính phổ quát và tính quan yếu của cân bằng gắn liền với các quá trình chuyển pha trong tự nhiên đã dẫn đến hai hiệu ứng vật lý mà tôi gọi là những Hệ luận hắc diện. Tôi cố tình cường điệu câu chữ như vậy là vì những hiệu ứng này rất xảo trá, hủy hoại và độc ác một cách triệt để, ít nhất là từ góc nhìn của bất cứ ai quan tâm đến việc phân biệt đâu là đúng đâu là sai.

Tôi gọi Hệ luận hắc diện thứ nhất là hiệu ứng con Gà Tây Đánh Lạc Hưởng. Tên gọi này có nguồn gốc từ một truyện ngắn của Mark Twain mô tả cuộc đi săn gà tây: chú gà tây giả bộ bị thương để dụ kẻ đi săn đi xa khỏi tổ của nó.¹ Tay thợ săn cứ bắn trượt hoài, đến khi bị dẫn đi lạc xa vài dặm rồi mới chợt nhận ra rằng mình không hề theo nó đến tổ gì hết mà là bị nó lừa. Hiệu ứng Gà Tây Đánh Lạc Hưởng trong vật lý cũng y như vậy. Trong khi cơ chế bảo vệ ổn định ngăn không cho ta xác định những quy tắc vi mô căn bản, thì cơ chế bảo vệ *không* ổn định lại lừa cho ta tưởng chừng mình đã tìm ra những quy tắc đó mà thực ra thì không hề tìm thấy gì. Sự tưởng chừng này, đến lượt nó, lại khiến cho hiệu ứng này tồn tại khá dài, do sự nhầm lẫn của những tài liệu thực nghiệm liên quan đến nó. Hãy dùng một ẩn dụ cho dễ hiểu hơn. Trở lại trò chơi kéo co, giả như ta đang cố tìm bằng được "nguyên nhân đầu tiên" của các trò kéo co bằng cách hướng các quan sát của mình vào những khoảng thời gian ngày càng ngắn. Rồi tiếp sau đó là giả dụ rằng hai phe thực sự ngang tài ngang sức, sao cho trong một thời gian cực kỳ lâu mới biết được ai thắng ai thua, dẫn đến việc rất dễ thông qua thực nghiệm để đến với lãnh địa của những điều không thể quyết

¹ Bản phác thảo "Hunting the Deceitful Turkey" xuất hiện lần đầu trong *The Mysterious Stranger*. Nó được in lại trong *Mark Twain: Collected Tales, Sketches, Speeches and Essays*, L.J. Budd et al (Library of America, 1992), và cũng có thể tìm thấy trên internet tại <http://www.gutenberg.org/etext/3186>.

định được. Như vậy, khi tiến hành những quan sát thực nghiệm, ta khám phá thấy tính phổ quát của trò kéo co được bộc lộ ra trong những khoảng thời gian đủ dài - hai đội hoàn toàn cân bằng với nhau, không phụ thuộc vào những người tham gia, vào loại dây kéo, vào độ trơn trượt của nền đất, v.v... - hơn nữa, hành trạng này được quan sát một cách hợp thức xem như điềm báo hay nguyên do của kết quả, và do đó được xem như định luật "cơ bản". Tính phổ quát của hành trạng còn cho phép có được một sự mô tả toán học đơn giản, và do đó mà cho phép có được sự mô tả toán học cũng đơn giản về nguyên nhân dẫn đến kết quả chung cuộc. Ta những tưởng đã tìm được nguyên nhân giản đơn tối hậu của trò kéo co, nhưng cái ta thực sự tìm thấy chỉ là hành trạng trung gian được hoa trang như là nguyên nhân tối hậu mà thôi. Lý thuyết của ta về nguồn gốc là một lý thuyết chính xác, đẹp đẽ, chặt chẽ về mặt toán học, nhưng hoàn toàn vô nghĩa. Chúng ta đã bị lừa. Tuy nhiên, trong trường hợp này, kẻ đi lừa không phải là một tay lừa đảo, một bạn đồng nghiệp (hay một chu gà tây), mà chính là tự nhiên.

Tôi gọi Hệ luận hắc diện thứ hai là Rào Cản Quan Yếu. Giả sử bằng một phép màu nào đó, người ta tìm được cách mô tả toán học đích thực về một cái gì đó, bất kể là cái gì, và đề ra cho mình nhiệm vụ phải giải được các phương trình và tiên đoán hành trạng được bảo vệ mà những phương trình đó ngụ ý. Người ta hẳn nhiên sẽ phải làm những phép gần đúng, và trong tình huống được bảo vệ một cách ổn định, những sai sót nhỏ ngấm ẩn chứa trong những phép gần đúng đó rất có thể là không quan yếu (không cần tính đến) về mặt kỹ thuật vì chúng có khả năng được dung hòa khi người ta làm việc với những mẫu có kích thước ngày càng lớn hơn. Nhưng trong tình huống không ổn định, những sai sót quan yếu sẽ tăng lên không giới hạn. Thay vì dung hòa những sai sót của ai đó, hành trạng vật lý lại khuếch đại chúng lên, khiến cho những gì người đó tiên đoán trở nên ngày càng thiếu độ tin cậy một khi kích thước mẫu tăng

dần lên. Hiệu ứng này xét về mặt ý niệm cũng giống như “sự phụ thuộc nhạy bén vào những điều kiện ban đầu” trong lý thuyết hỗn độn, nhưng khác ở chỗ nó gắn với sự tiến triển về thang kích thước chứ không với sự tiến triển về thời gian. Giống như trong lý thuyết hỗn độn, một sai sót nhỏ trong cách giải các phương trình cũng có thể biến thành một sai sót vô cùng lớn trong kết quả - lớn đến mức khiến kết quả có thể sai về mặt phẩm tính. Tính phổ quát kiểu này tiêu hủy khả năng tiên đoán. Thậm chí nếu bạn có trong tay những phương trình cơ bản đúng đắn thì chúng cũng có thể không có ích gì trong việc tiên đoán hành trạng mà bạn đang quan tâm, vì bạn không thể giải chúng một cách chính xác để có thể đưa ra những tiên đoán ấy. Đến lượt mình, điều này lại khiến chúng không có được khả năng kiểm sai.¹ Nếu bạn không tiên đoán được một số thí nghiệm đang tin cậy nhất định thì bạn cũng sẽ không thể dùng được các thí nghiệm đó để xác định xem lý thuyết là đúng hay sai. Hệ thống đã đột ngột tự phát sinh ra một rào cản cơ bản đối với tri thức, một bức tường gạch tri thức luận. Tuy vậy, trong lòng một pha vật chất cho trước, người ta lại hoàn toàn có thể tiên đoán được các đặc tính vĩ mô của nó. Giống như một cuộc hẹn hò trai gái. Những động cơ dẫn đến cuộc hẹn không có gì là khó hiểu, kết quả sẽ đi đến đâu cũng chỉ khuôn trong những hiện tượng phổ biến, nhưng những gì xảy ra giữa động cơ với kết quả lại mang tính phức hợp và vô cùng khó tiên đoán.

Một ví dụ đã đi vào sách giáo khoa về tác động của những Hệ luận hắc diện là hiệu ứng electron-tương-quan.² Bản thân tên gọi này thực

¹ Tôi đang vi phạm triết lý của Karl Popper về nhân thực luận trong khoa học, vốn là chủ đề của những cuộc thảo luận vô tận trong giới học giả. Tôi ở đây chỉ đưa ra nguồn dẫn sơ khởi: quyển sách của Popper với tựa đề *Logik der Forschung*, được tái bản bằng tiếng Anh lại với nhan đề *The Logic of Scientific Discovery* (Nxb Routledge, New York, 2002).

² Tựa hiệu về bài toàn electron-tương-quan trên Internet rất lộn xộn và quá nhiều đề trich dẫn. Để có một cái nhìn hoàn chỉnh về chủ đề này, tôi xin gợi ý cuốn sách của Z. Wang et al., *Strongly Correlated Electronic Materials* (Nxb Westview Press, Boulder, CO, 1994).

ra là một kiểu dùng sai thuật ngữ mang tính quy giản luận, vì "tương quan" trong cơ học lượng tử chỉ có nghĩa là "vướng víu", "liên đới" cái mà các electron lúc nào cũng bộc lộ - chứ không phải chỉ thi thoảng. Nói rằng các electron tương quan với nhau thì cũng chẳng khác gì nói rằng những chỗ có nước là ướt. Hiệu ứng electron-tương-quan thực chất là một tập hợp những hành trạng diễn ra trong các vật thể rắn không khớp với những phạm trù truyền thống của kim loại, của chất cách điện, của nam châm thông thường, v.v..., thay vào đó chúng có vẻ như nằm ở khoảng giữa. Chúng xảy ra phần lớn trong những ôxít kim loại (V_2O_5), cũng như trong một số các hợp chất kim loại ($CeCu_2Si_2$), một số hợp kim (UBe_{13}), và nhiều chất hữu cơ (muối điện ly). Ngoài những khó khăn phổ biến trong việc phân loại chúng, những vật liệu nói trên chứa một danh sách dài các đặc tính đáng ngờ, như tính siêu nhạy đối với sự không hoàn hảo ở cấp nguyên tử, như việc có những pha có trật tự xuất hiện và biến mất tùy thuộc vào phương pháp chuẩn bị mẫu, và như những đặc tính quang phổ không tái lập; điều đó khiến ta nghĩ đến một hay nhiều bước chuyển pha mang rất ít tính đặc trưng. Tuy nhiên, tên gọi "tương quan" lại hàm một ý khác: vì một vài lý do nào đó, những kỹ thuật làm gần đúng dùng để mô tả vật chất vướng víu không có tác dụng đối với những vật liệu nói trên, và vấn đề là ở chỗ đó. Nói cách khác, hành trạng tỏ ra bất thường chính là bởi vì bạn không tính toán nó được - ngược lại với việc khó tính toán được vì nó bất thường.

Bạn hẳn phải nghĩ rằng có thể dễ dàng giải quyết một bài toán cơ bản như vậy bằng con đường thực nghiệm, nhưng thực tế thì không phải. Năm này qua năm khác, nhiều nhóm nghiên cứu khác nhau vẫn thu được những lời giải khác nhau từ cùng những phép đo thực nghiệm, thậm chí thường rất khác với những kết quả của chính họ chỉ sau vài tháng, và năm này sang năm khác họ vẫn phải tìm cách bảo vệ tinh hợp thức cho công việc của mình bằng cách cáo buộc các nhóm nghiên cứu khác là thiếu trình độ. Những nhà lý thuyết

do vậy vẫn thường “phân tích” những kết quả trên bằng cách vứt bớt chúng đi, chỉ chọn những cái mình thích, rồi tuyên bố rằng xét về mặt tinh thần thì chúng phải khả quan hơn, vì chúng cũng có cho lý thuyết của họ, bất kể lý thuyết đó là gì đi chăng nữa. Những phương trình cơ bản đã được biết một cách rất hoàn hảo, tất nhiên, và hoàn toàn có thể dẫn đến lời giải gần đúng trong trong những hoàn cảnh ít gây tranh cãi nhất, nhưng chúng không thể được giải với độ chính xác đủ lớn để tiên đoán những gì sẽ phải xảy ra trong các thí nghiệm trên. Điều này còn dẫn đến hệ quả phụ, đó là, nó khiến cho tính không khoan nhượng về mặt lý thuyết trở nên đáng ngờ, vì bao giờ người ta cũng có thể lập luận rằng những tính toán của người khác có chỗ nhầm lẫn. Và như vậy, trong vòng năm mươi năm lại đây kể từ khi mọi người bắt đầu tích cực nghiên cứu hiệu ứng electron-tương-quan, vẫn chưa có được một tiến bộ đáng kể nào trong việc làm rõ điều cần làm: hiệu ứng này là gì.

Nhìn ngược trở lại thời gian mới thấy cách ứng xử thô thiển như vậy chính là triệu chứng của việc đòi hỏi những người cực kỳ thông minh làm những việc bất khả, và chứng minh rằng đích thì có một Rào Cản Quan Yếu đang hoạt động. Về cơ bản, người ta không thể vượt qua Rào Cản đó để tiến hành những phép tính đáng tin cậy, kể cả dựa vào những máy tính siêu mạnh, vì thế mà các lý thuyết mang tính đa dạng và không tương hợp với nhau. Về cơ bản cũng không thể làm cho các thí nghiệm trở nên ổn định để đối mặt với những sắc thái khác nhau của vật liệu, do đó việc lặp lại các thí nghiệm thường gặp thất bại. Về cơ bản, không thể kiểm sai các lý thuyết được - trong trường hợp này, những sơ đồ gần đúng được xây dựng thành các chương trình máy tính thích hợp - và do đó mà những luận cứ đưa ra để bênh vực các lý thuyết mới mang bản tính chính trị (mâu thuẫn). Tất cả các lý thuyết đều là những con Gà Tây Đánh Lạc Hướng - đều là những ý tưởng có thể tỏ ra là có giá trị hiệu lực trong một lúc nào đó nhưng hiện thời lại hoàn toàn không nằm trong tầm với.

Những nhà khoa học đã bị vào bẫy của các Hệ luận hắc diện thường được trực giác mách bảo rằng có một cái gì đó sai nhưng không chỉ mặt vạch tên được chính xác chỗ sai nên cũng chỉ đành nói bông lơn cho vui. Các chất siêu dẫn ở nhiệt độ cao là những vật liệu electron-tương-quan, và chúng mang một ý nghĩa lịch sử đặc biệt vì đã được nghiên cứu rất kỹ lưỡng (nhưng không mang lại lợi ích gì). Một nhà nghiên cứu trong lĩnh vực này có kể một câu chuyện như sau: Sau cuộc chính biến ở một quốc gia nhỏ, tân chính phủ quyết định hành quyết tất cả thành viên nội các cũ. Hai trong số họ bị lôi ra trước mặt nhà độc tài mới để nhận hình phạt. Ông ta cho mỗi người được phép đưa ra một thỉnh cầu cuối cùng. Người thứ nhất nói: "Vâng, trước khi tham chính, tôi là một giáo sư vật lý. Mong muốn cuối cùng của tôi là được đọc một bài giảng về lý thuyết siêu dẫn ở nhiệt độ cao của mình cho các nhà vật lý trong nước nghe". Người thứ hai nói: "Tôi cũng là nhà vật lý. Xin hãy làm ơn giết tôi trước khi ông đây đọc bài giảng".

Dưới đây là một ví dụ hay khác về sự lấu cá của các Hệ luận hắc diện đã đánh gục nhiều nhà vật lý khi tôi còn là sinh viên. Đó là hiện tượng tái tạo bề mặt silic nổi tiếng. Vào những năm 1950, người ta đã phát hiện thấy rằng những nguyên tử trên bề mặt của tinh thể silic vừa được tách ra trong chân không đột nhiên dịch chuyển một cách tự phát tạo thành những hình mẫu có trật tự. Trong khi hình mẫu đặc thù người ta có được lại phụ thuộc vào phương pháp cắt tách, vào quá trình tôi, v.v..., thì hình mẫu cuối cùng và bền vững nhất vẫn luôn có một đơn vị lặp đi lặp lại, có kích thước bảy lần lớn hơn khoảng cách giữa các nguyên tử trên bề mặt ban đầu, và bị nén thành một hình thang. Không ai biết được là làm thế nào mà silic lại có hành trạng như vậy, hay thậm chí các nguyên tử được tái sắp xếp như thế nào, vì các hiệu ứng nhiễu xạ electron vốn bộc lộ cho thấy điều đó lại không thể xác định được cấu trúc của đơn vị lặp đi lặp lại một cách đủ chính xác. Thách thức lớn thời đó là làm sao

giải được các phương trình cơ học lượng tử bằng máy tính, để hình dung ra là bằng cách nào mà các nguyên tử lại dịch chuyển để tạo ra hiệu ứng này. Tôi rùng mình nghĩ là không biết bao nhiêu thời giờ vàng ngọc đã đổ vào chiếc thùng không đáy để nghiên cứu bài toán này. Một điều đơn giản là quá khó nhọc. Từ những tính toán trên người ta tính ra được đủ mọi loại hình mẫu lý thú, nhưng không có cái nào khớp với thực nghiệm, một tin hiệu rõ ràng cho thấy các Hệ luận hắc diện đang tác động. Cuối cùng, một nhà thực nghiệm ở Học viện Công nghệ Tokyo là Kunio Takayanagi đã sử dụng kỹ thuật mới về nhiễu xạ electron năng lượng cao để giải được cấu trúc này - để rồi sau đó những thứ lý thuyết xét lại mọc lên như nấm để giải thích vì sao hiện tượng này lâu nay lại hiển nhiên như vậy.¹ Nhưng tuyên bố này không đúng. Cho tới tận ngày nay, không ai hiểu được tại sao mà khoảng cách lặp đi lặp lại lại ổn định ở mức bấy lâu, tại sao nó lại bị biến dạng thành hình thang, và tại sao mà nó lại ổn định đến thế, dù rằng tự nhiên không gặp khó khăn gì để đưa các nguyên tử vào trật tự đó, trên khoảng cách lớn gấp hàng ngàn khoảng cách giữa các nguyên tử với nhau, trăm lần như một.

Dù rằng các Hệ luận hắc diện được dẫn chứng nhiều nhất trong khoa học vật liệu do ở đó có một khối lượng thông tin thực nghiệm khổng lồ về chúng, nhưng chúng lại có nhiều ý nghĩa hơn cả trong ngành vũ trụ học.² Từ những năm 1950 người ta đã biết rằng chân không của không gian là cái có thể tái chuẩn hóa - nghĩa là những hạt cơ bản di chuyển xuyên qua nó và những lực tương tác giữa chúng tuân theo những phương trình bất biến về thang mà ta thấy chung đột sinh ở những trạng thái chuyển pha trong vật chất thông

¹ Giải pháp ban đầu cho vấn đề silicon 7x7 được K. Takayanagi, Y. Tanishiro, S. Takahashi, và M. Takahashi đưa ra, *Surf. Sci.* 164, 1351 (1992).

² Một thảo luận cập nhật về vấn đề vũ trụ học, bao gồm cả sự phù hợp của khả năng chuẩn hóa chân không, có thể xem trong cuốn sách của G.W. Gibbons et al., eds., *The Future of Theoretical Physics and Cosmology: A Celebration of Stephen Hawking's 60th Birthday* (Nxb Cambridge University Press, London, 2003).

thường. Ta cũng biết rằng những thứ trên phải được kết nối thể nào đó một cách căn bản với bản thân không gian, vì chúng không sinh ra lực hấp dẫn, và từ đó mới dẫn đến ý tưởng cho rằng bản thân không gian có thể tái chuẩn hóa. Bằng cách này hay cách khác ta cũng khó biết được khả năng tái chuẩn hóa của không gian có phải là được sinh ra ở vùng lân cận của quá trình chuyển pha hay không, bởi vì một trong những hiệu ứng của nó là ngăn cản không cho ta dùng các phép đo thực hiện với những thang kích thước lớn để can thiệp vào bất cứ một thang kích thước nhỏ nào. Do đó mà khả năng tái chuẩn hóa được người ta tôn thờ trong các sách giáo khoa xem như một đặc tính của không gian không có gì phải thắc mắc - để giữ được cho khoa học truyền thống chuẩn mực trong việc chỉ đưa ra các định đề trong trường hợp tối cần thiết. Tuy nhiên, nếu khả năng tái chuẩn hóa không đột sinh thì phải có một lời giải thích, vì nó là một điều phi thường, mà việc những gì phi thường cũng phải có một nguyên nhân đã trở thành một quy tắc bất di bất dịch của vật lý học. Hơn thế nữa, người ta đã biết rằng chân không là gần với các trạng thái chuyển pha. Có vô số những chỉ báo thực nghiệm cho thấy rằng chân không đột sinh trong một hệ thống có thứ bậc của các trạng thái chuyển pha, trong đó có nhiều loại lực tự nhiên phân biệt với nhau. Một trong những lực đó gắn liền với sự phân biệt giữa lực điện từ và lực hạt nhân yếu và là trung tâm của vũ trụ học hiện đại, vì năng lượng được giải phóng khi lực này xuất hiện có vẻ là nguồn sức mạnh thúc đẩy quá trình lạm phát trong khoảng thời gian ngắn ngủi khi diễn ra sự giãn nở nhanh chóng của vũ trụ tiếp liền sau Vụ Nổ Lớn theo như người ta giả định. Nếu khả năng tái chuẩn hóa của chân không được gây ra bởi sự gần cận với các quá trình chuyển pha, thì việc tìm kiếm một lý thuyết tối hậu sẽ phải chịu số phận bi đát vì hai lý do: nó sẽ chẳng tiên đoán được bất kỳ cái gì kể cả ta có tìm ra nó, và nó không thể bị kiểm sai (không thể tìm được bằng chứng để chứng minh nó là sai).

Những Hệ luận hác diện còn dẫn đến những hệ quả quan trọng và phiền phức đối ngành kinh doanh và với nền kinh tế. Đây là một chủ đề khó bàn luận một cách cởi mở, vì gọi hoạt động này nọ là những hoạt động có tính lừa đảo hay không trung thực dễ dẫn đến việc kiện cáo, nên tôi chỉ sẽ mô tả nó một cách phúng dụ mà thôi. Tất cả những gì có vẻ giống với một ai đó hay với một hoàn cảnh nào đó ngoài đời thực cũng chỉ là tình cờ trùng hợp mà thôi. Giả sử tôi viết một chương trình máy tính cho là dự đoán được cái gì đó. Tôi cho bạn biết các phương trình cơ bản - nói cách khác là những gì mã máy tính thực hiện trên danh nghĩa - nhưng không để lộ ra tôi đã giải những phương trình ấy bằng cách nào. Tôi viện cớ rằng giải chính xác những phương trình trên chỉ là vấn đề đủ thông minh hay không thôi, chứ những ai không đủ thông minh và có cái đầu bả đậu như bạn thì làm sao giải nổi. Bạn sẽ nổi cáu vì bị xúc phạm và tự mình viết một chương trình riêng để giải. Nhưng than ôi, sau nhiều tháng làm việc để có được kết quả đúng, bạn không chỉ không đưa ra được kết quả mà tôi có, mà còn thu được những kết quả *khác nhau*, tùy thuộc vào việc bạn tiến hành phép làm gần đúng như thế nào. Bạn chắc chắn mã bạn viết là đúng và nhận ra ngay rằng tôi đã nói dối, vì những phương trình này không ổn định. Thay vào đó bạn bắt đầu nghi ngờ rằng lời tiên đoán bề ngoài của tôi thực ra là một phép làm khớp với các thực kiện sau khi việc đã rồi, là một sự tạo tác hoàn toàn. Những phương trình tôi công bố không đủ để mô tả những gì chương trình của tôi thực hiện, và cũng không phải chuyện ai đủ thông minh thì sẽ cũng giải được. Chẳng ai giải được chúng hết! Tuy nhiên, không thể chứng minh được điều đó, cũng chính vì lý do là những phương trình này ngay từ đầu đã không thể giải, và bạn thì cũng không có cách gì kiểm tra được tôi đã làm những gì để biết được tôi đúng. Và như vậy là bạn bị chiếu tướng. Điều duy nhất mà bạn có thể làm là viết một bài báo hay là một bản sang chèn nói rằng bạn có trong tay một số "công nghệ" để làm cái gì đó khác cái tôi làm, và có một ứng dụng thực tiễn khác.

Chúng ta có thể nhìn vấn đề một cách tích cực hơn, bằng cách nói rằng các hệ thống vật lý không ổn định có ý nghĩa về mặt kinh tế, vì chúng cho phép ta làm rõ được bản chất của sự vật mà không cần phải làm rõ bản thân sự vật. Đó là một cách lừa dối thủ rất có hiệu quả để có thể giành thị phần của họ, nhưng người ta không nên tự phỉnh mình rằng còn có cái gì đó hơn là cái mà nhân vật Yogurt trong bộ phim *Spaceball* của Mel Brooks gọi là "kiếm nhiều tiền hơn". Thật không may là nó còn có thể hủy hoại cả cuộc đời của các nhà khoa học, những người tưởng rằng mình đang săn đuổi hũ vàng, nhưng thực tế lại đang chạy theo một áng cầu vồng.

Người ta có quyền nghĩ rằng tôi không đủ nổi tiếng để nói những điều như vậy, nhưng tôi không quan tâm. Thà hứng đạn và bị người ta ghét còn hơn là hèn để được yêu quý, và dẫu nào thì tôi cũng đã hy sinh đủ trong việc thờ phụng tính không quan yếu rồi nên tự biết mình đang nói gì. Với những ai còn chưa vừa ý, tôi sẽ rao bán những con búp bê Lành Chúa Hắc Diện với hình dạng giống tôi, ai muốn mua thì mua và làm gì với nó tùy thích. Bạn kéo một cái dây thế là con búp bê lại the the "Mong Schwartz phù hộ người". Thật là đang yêu.

Những nguyên lý của sự sống

Bạn hóa giải nhân tính của một người bằng cách trả y lại với tự nhiên - bằng cách đồng nhất y với đất đá, cây cỏ, và muôn thú - cũng không hơn gì bằng cách biến y thành một cỗ máy. Cả cái gọi là tự nhiên lẫn cái gọi là máy móc đều trái ngược với cái thứ độc nhất vô nhị có tên là con người. Tự nhiên là một cỗ máy tự nó làm ra nó, tự hành một cách hoàn hảo hơn bất kỳ một cỗ máy tự hành nào. Tạo ra một cái gì đó theo hình ảnh của tự nhiên tức là tạo ra một cỗ máy, và bằng cách tìm hiểu sự vận hành nội tại này của tự nhiên mà con người bắt đầu trở thành nhà chế tạo máy. Hiên nhiên là khi thuần hóa động vật và cây cỏ, con người đã nắm được trong tay những cỗ máy tự nó làm ra nó để sản xuất ra thực phẩm, năng lượng và cái đẹp.

Eric Hoffer

Không có gì chân tình bằng những lời rao giảng về cuộc sống buột ra từ cửa miệng những ủy viên Hội đồng quản trị của các hãng sản xuất máy tính. Giờ thì cũng ít đi nhiều khi mà cái bong bóng chám com đã nổ tung, nhưng nó vẫn còn lảng vảng trong tâm trí những người đang chờ dịp tái xuất giang hồ và làm với bớt túi tiền hộ ban. Tất nhiên, những phiên bản ít tính tham vọng hơn của bè lũ đế quốc máy tính vẫn không chịu bỏ lỡ cơ hội nào đâu; trên thị trường vẫn tràn ngập những đồ chơi dành cho người lớn giết thời gian, còn báo chí trên khắp thế giới vẫn không ngớt nhai đi nhai lại



Không có gì chân tình bằng những lời rao giảng về cuộc sống phát ra từ miệng những ủy viên Hội đồng quản trị của các hãng sản xuất máy tính.

bài ca "công nghệ", một thử tuyên ngôn báo chí của các chương trình máy tính. Việc ứng dụng máy tính vào cuộc sống bản thân nó là có lớp có lang hần hoi. Sự vênh vang đến trơ tráo của những chuyên gia máy tính về đề tài này khiến tôi nhớ tới một câu nói của nhà văn chuyên viết sách khoa học viễn tưởng Robert Heinlein: "Cứ có mấy con voi là thành gánh xiếc ngay ấy mà".

Sự sống đặc biệt thú vị nhìn từ góc độ vật lý học, vì nó là trường hợp tốt cùng của sự đột sinh định luật. Thật ra thì chính các nhà sinh học mới là những người đã phát minh ra toàn bộ ý niệm về sự đột sinh, nhằm cắt nghĩa vì sao một số khía cạnh của những cơ thể sống - các dạng hình que của một số loại vi trùng, chẳng hạn, hoặc bản năng chạy trốn cáo của thỏ - lại có tính ổn định và có thể tái sinh, trong khi những định luật vi mô của hóa học từ đó chúng phát sinh thì lại là ngẫu nhiên và có tính xác suất. Có nhiều ví dụ về những vật thể như vậy từ hóa học ở thang trung gian - các gel, cấu trúc bề mặt của các loại tinh thể, v.v... - nhưng sự hoạt động của các cơ thể sống lớn, như con người, mới là đại sự phụ của tất cả những thử đó.

Một trong những mâu số chung của đời người chính là sự trải nghiệm mãnh liệt một kỷ ức chợt hiện. Gần đây tôi có được một kỷ ức chợt hiện mạnh mẽ kiểu như vẩy vào giữa chừng một cuộc hội thảo về sinh học phân tử. Đó là một buổi trình chiếu lớn sử dụng kỹ thuật Power Point, trong đó các lớp gồm sáu ngàn loại ARN thông tin lên lên xuống xuống (hoặc không) khắp toàn bộ chu trình tế bào của men. Buổi thuyết trình kéo dài lê thê khiến mọi người ngáp ngáp ngáp dài, mặc dù đúng là nó hé mở cho người ta thấy bộ máy điều chỉnh cơ bản của tế bào; ngoài ra cũng không ai hiểu được tại sao các phép đo kiểu ấy lại đưa ra những giá trị như thế, không ai hiểu nổi đâu là những mối liên hệ thô giữa một tín hiệu với tín hiệu được ám chỉ tiếp theo, và liệu rằng trong những phép đo ấy có một thông tin nào có ích hay không.¹ Không hiểu làm sao, tôi thấy mình bỗng như đang ngồi trong cuộc hội thảo mà tôi tham dự từ những năm 1970 về các tâm màu trong điôxit silic, ngắm nhìn những đặc tính hấp thụ quang học lên lên xuống xuống (hoặc không) để phản ứng lại với nhiều loại tác động mạnh lên mâu thuẫn. Chủ đề đó có khác và kỹ thuật thí nghiệm thì chưa tinh vi bằng, nhưng logic thì chỉ là một. Vấn đề đặt ra hồi đó không phải là cơ chế hoạt động của sự sống, mà là những khuyết tật về mặt hóa học và về mặt cấu trúc trong chất ôxit, vốn rất bất lợi đối với các vi mạch silic. May mắn là những khuyết tật ấy lại rất dễ được nhận biết, vì chúng là những bộ hấp thụ ánh sáng rất nhạy, nhất là trong những vật liệu không trong suốt, đó là lý do vì sao mà đất đá thường có màu, chứ không sang. Chúng cũng là nguồn gốc sinh ra những tín hiệu cộng hưởng spin - khả năng hấp thụ năng lượng ở một vài bước sóng vô tuyến lớn của vật liệu khi được đặt trong từ trường. Mục đích của nghiên cứu này là tìm mối tương quan giữa những tính chất hấp thụ quang học với các tín hiệu cộng hưởng spin, và tìm xem những khuyết tật nào gây ra các tín hiệu đó. Nhưng vì có quá nhiều khuyết tật để có

¹ Về chủ đề này, xin xem M. Schena, *Microarray Analysis* (Nxb Wiley-Liss, New York, 2002).

thể cô lập và nghiên cứu chúng riêng rẽ, nên chiến lược được dùng là "làm nhiều động" mẫu - ví dụ như nung chúng nhiều ngày trong lò nung hoặc đặt chúng qua đêm trong lò phản ứng hạt nhân - rồi chờ xem điều gì sẽ xảy ra. Thí nghiệm tương tự trong sinh học thường là làm nhiễm độc men hoặc bỏ đói cho đến khi men gần chết. Hy vọng ở đây là một hoặc hai tín hiệu quang học sẽ lớn dần lên cùng lúc với những tín hiệu spin tương ứng, cho phép người ta gán cho chúng cùng một khuyết tật giống nhau. Kết quả tất nhiên sẽ là cả một sự huyền ảo ghê gớm. Mọi thứ đều bị thay đổi và đều liên quan đến mọi thứ khác. Nó giống như việc "làm não loạn" các tầng bán hàng của siêu thị Bloomingdale bằng cách tuyên bố đại hạ giá 90% các mặt hàng. Ở đây sẽ xuất hiện hàng loạt các hiệu ứng khủng khiếp, và do đó các nhà lý thuyết tất nhiên phải cuống cuồng đưa ra đủ kiểu giải thích nhất quán với các thực kiện, nhưng lý thuyết này khác với lý thuyết kia như mặt trăng với mặt trời. Giờ đây thì người ta biết rằng sự đa dạng về quan kiến này đơn giản chỉ là triệu chứng của một thí nghiệm được thiết kế tồi - khiến người ta không thể nào trả lời được câu hỏi.

Những thí nghiệm tồi thật không may lại mang tính cố hữu đối với khoa học trình độ cao. Lý do cơ bản ở đây là, việc tìm hiểu thật chi tiết cách vận động của một đối tượng phức tạp là một việc làm rất khó khăn và tốn nhiều thời gian cũng như công sức, và tất nhiên là cả tiền bạc nữa. Những việc liên quan đến kinh tế là vậy, dường như nếu khôn ra là phải đẩy việc không béo bở cho người khác và hoạch định cho mình một chương trình xoay quanh những thí nghiệm rẻ tiền hơn mà lại có khả năng được trả công hậu hơn. Lãng quên những nguyên tắc kinh tế cơ bản này có thể dẫn đến thảm bại, nhất là trong kinh doanh. Nếu hãng Boeing vô cơ lại quan tâm đến việc tại sao các phân tử khí thông qua hiệu ứng tập thể lại tạo ra các lực thủy động lực học thì đây rõ ràng là lúc phải rút ngay vốn đầu tư khỏi hãng này. Còn trong những trường hợp cùng cực, như

việc sao chép gen, thì có khi chẳng có ai chịu dây vào những công việc không béo bở, nên ngành nghiên cứu đành phải bỏ lại một lỗ hổng logic để sẽ lấp sau, mà cũng không biết đến bao giờ. Trong cái lối mà chúng ta làm khoa học hiện nay đã hình thành một số đứt đoạn giữa định luật vi mô và hành trạng tinh vi ở trình độ cao, nhất là trong những công trình nghiên cứu về sự sống.

Tác động của thí nghiệm tôi quen thuộc nhất đối với tôi không xảy ra với sinh học, mà với vũ khí hạt nhân. Quay về thời kỳ còn làm việc ở phòng thí nghiệm Livermore I, hồi đó tôi thường tình cờ gặp những người làm việc trong một thời gian dài với các bộ quy tắc thiết kế hạt nhân và hay kể những câu chuyện rất vui về nhau. Những bộ quy tắc này có nhiều thứ mà tôi không được phép kể ra, nhưng chúng đại khái tương tự với hoạt động của một tế bào, ở chỗ chúng đều có thứ bậc: cái này phải xảy ra trước tiên, rồi cái này, rồi mới đến cái này, rồi hai cái kết hợp với nhau thật nhanh chóng để cho ra cái kia, đại loại như vậy. Những người làm việc ở đây đều là những người cực kỳ giỏi giang, nên câu chuyện luôn hấp dẫn và có sức nặng - và thường là rất hóm. Câu chuyện thường xoay quanh một vài sai sót nghiêm trọng trong lĩnh vực chuyên môn của một người nào đó, không chuyện của người nào giống chuyện người nào, và thường là những sai lầm không còn sửa vào đâu được nữa, xét về mặt chức năng, vì những người thiết kế đã không hề tưởng rằng vấn đề lại quan trọng đến thế và vì vậy cũng không khuyến khích sự tu chỉnh cần thiết. Thêm vào đó, sai lầm không bao giờ chỉ là một tiểu tiết, mà là một sự vi phạm nguyên lý thứ hai của nhiệt động học, hoặc vi phạm quan niệm thuần khiết về năng lượng - là loại chuyện gây cười ngọt ngào trong những phút giải lao uống nước và gọi cho người ta nhắc đến những chuyện cười về nhân vật Dilbert.

Tuy nhiên, sau khi nghe chán những câu chuyện trên, tôi mới bắt đầu nhận ra tình trạng diên khùng này không xuất phát từ sự yếu kém về trình độ của cá nhân, mà là một hiện tượng xã hội học cổ

hữu trong bản thân ngành nghiên cứu. Cái quan trọng ở đây là các bộ quy tắc phải làm sao hương được người ta đến với một kết quả có ý nghĩa, có lợi nhuận, chứ không cần những bộ quy tắc nay phải thật logic. Chúng đã được làm khớp với hầu hết các kết quả của một số trắc nghiệm trong quá khứ, và vì vậy nếu bị chỉnh sửa thì chúng thường sẽ không thực hiện chức năng của mình một cách chính xác nữa (nói cách khác là không còn khớp với những trắc nghiệm ấy nữa). Những thí nghiệm nhằm soi xét bên trong của vũ khí hạt nhân để kiểm tra tính chính xác của những lý thuyết hàm chứa trong các bộ quy tắc chưa bao giờ được người ta tiến hành, và có lẽ sẽ không bao giờ được tiến hành. Vô cùng khó tiến hành những thí nghiệm kiểu ấy, vì một lẽ, nhiệt độ bên trong rất cao và không kịp thu được tin hiệu từ đó phát ra trước khi thiết bị đo bị tan chảy. Lý do thực sự tuy nhiên lại nằm ở chỗ các thí nghiệm phải được thực hiện đi thực hiện lại nhiều lần để có thể chú ý kỹ lưỡng vào các chi tiết, và do đó mà cũng tốn kém ghê gớm. May thay (hay nài thay, còn tùy theo cách nhìn của bạn), do dồi dào về mặt năng lượng nên trong thiết kế hạt nhân biên độ sai số cho phép là rất rộng. Cũng như trong các lĩnh vực kỹ nghệ, "chân lý" được xác định bởi nhu cầu kinh doanh chứ không phải bởi thực tiễn thí nghiệm, nhất là không hề bởi một nhóm các nhà hàn lâm. Một khi bom vẫn phát nổ được thì định luật thứ hai của nhiệt động lực học vẫn có ý nghĩa. E rằng sau khi chế người ta mới thấy là mình lỗ bịch.

Sự hữu dụng của thí nghiệm tôi cũng đúng đối với bài toán khuyết tật trong điôxít silic. Nằm đằng sau chương trình nghị sự phức tạp mang tính hàn lâm nhằm phân loại tất cả các khuyết tật này là một câu hỏi đơn giản là làm thế nào để loại trừ được chúng trong quy trình sản xuất vật liệu bán dẫn - một câu hỏi mà phía các kỹ sư trả lời bằng việc dựa trên quan điểm duy nghiệm cũ kỹ nhưng tuyệt vời của Edison. Chỉ có các có bộ nhớ cấp tốc là một ngoại lệ mà thôi, các ôxít này vốn lưu trữ tín hiệu trong các khuyết tật, và do

đó được dùng để tạo ra những khuyết tật cố ý; những khuyết tật cố tình như vậy và những kỹ thuật tạo ra chúng được coi là những bí mật thương mại.¹

Thí nghiệm ARN thông tin trong men tụy vậy lại là một kiểu thí nghiệm tối đặc biệt quan trọng, vì nó chứng tỏ một cách rõ ràng rằng các nhà di truyền học không biết mình đang làm gì. Những lời hò hét bực dọc và những phản ứng phản nộ đáp lại lời khẳng định trên sẽ chẳng ai thèm nghe: Khi nhìn thấy, tôi biết thế nào là một thí nghiệm khủng khiếp. Các triệu chứng đều giống nhau. Các phép đo không lặp lại được, người ta không phân tích được chúng một cách bình thường và cũng không định lượng chúng được. Nhìn từ góc độ này thì luận cứ cho rằng những cơ thể sống khác một cách căn bản với những thứ vô tri vô giác là một luận cứ sai lầm. Trong sinh học có nhiều thứ có thể được định lượng rất rõ ràng: mã gen ribosom, độ trung thực trong quá trình sao chép ADN, những cấu trúc tinh thể của protein, những hình dạng của các bộ phận virus tự tập hợp, thậm chí cả hành trạng phức tạp của những cơ thể bậc cao như chuột và người. Sự thật là chưa ai hiểu được cơ chế kiểm soát sự biến đổi từ các gen thành sự sống là thế nào, và một trong những lý do then chốt ở đây là việc để có được nhận thức về điều này là một việc đất quá sức tưởng tượng của con người.

Các nhà công nghệ sinh học thường không biết rằng những gì họ đang làm chẳng có gì đáng ngạc nhiên mà cũng chẳng phải tình cờ. Cũng giống như vật lý bán dẫn thời đầu, sinh học hiện nay đã tiến hóa từ một khoa học thành một ngành kỹ nghệ mang lại lợi nhuận. Sự khác biệt này gây cho nhiều người ấn tượng coi đó chỉ là một sự đổi nhãn hiệu, nhưng thực ra đó là một sự chuyển dịch mang tính kiến tạo, vì khoa học và kỹ thuật khác nhau ở một điểm cốt lõi:

¹ *Bộ nhớ flash đã trở nên hết sức thông dụng trong thời gian gần đây, dưới dạng một thiết bị hình que gắn sử dụng cổng USB. Xem P. Cappellelli et al., Flash Memories (Nxb Kluwer, Amsterdam, 1999).*

trong khoa học, quyền lực nằm ở việc nói cho mọi người khác biết bạn đang biết gì; còn trong kỹ nghệ, quyền lực mà bạn có được là nhờ ngăn không cho mọi người khác biết bạn đang biết gì. Đối với ngành kỹ nghệ, việc thường xuyên lẫn lộn và không biết mô tê gì trở thành một quy tắc chứ không phải là một ngoại lệ, chỉ vì một lý do đơn giản là ai cũng từ chối không cho người khác biết thông tin để còn giữ bản quyền trí tuệ. Ở Thung lũng Silicon nơi tôi đang sống, dối trá và lừa phỉnh về kỹ thuật là phổ biến và được khuyến khích, và ai cũng hiểu rằng việc thừa nhận đã đầu tư sai vào các thí nghiệm, nhất là những thí nghiệm đắt tiền, đồng nghĩa với việc tự sát về mặt kinh tế. Giá trị có tính kỹ nghệ của công nghệ sinh học không phải nằm ở khả năng hiểu biết về sự sống, mà nằm ở việc bào chế thuốc men, việc phát minh ra những liệu pháp chữa trị, việc tạo ra các cơ thể hữu cơ nhân tạo cho ngành nông nghiệp. Vì những mục đích đó, những lý thuyết chính xác về các quá trình điều tiết không có nhiều ý nghĩa quan trọng bằng những ý niệm đơn giản, thô sơ, có khả năng thúc đẩy hoạt động hóa học. Thế là người ta có thể sản xuất được các chất ức chế protease nhằm kiểm soát AIDS,¹ lừa các tế bào gốc phát triển để thay thế các bộ phận cơ thể,² và đưa vào lúa gạo một gen anpha-carôten³ mà không cần phải hiểu chút gì về cơ chế điều tiết của các tế bào. Người ta thậm chí còn có thể phát minh ra những phác đồ điều trị hiệu quả căn bệnh ung thư, bất chấp việc về cơ bản ung thư là sự rối loạn chức năng điều tiết tế bào, vì mục đích là tiêu diệt ung thư, chứ không phải hiểu nó. Nhưng đi

¹ Có rất nhiều tư liệu về protease ngăn chặn. Xem R.C. Ogden và C.W. Flexner, eds., *Protease Inhibitor in AIDS Therapy* (Nxb Marcel Dekker, New York, 2001).

² Nghiên cứu tế bào gốc là một vấn đề gây nhiều tranh cãi và thu hút tin tức thời sự tại thời điểm hiện tại. Một khảo sát tổng thể trên quan điểm của National Institutes of Health có thể được xem tại trang web của họ: *Stem Cells: Scientific Progress and Future Directions*, <http://www.nih.gov/news/stemcell/scireport.htm>.

³ Do ia loại gạo vàng nổi tiếng. Xem M.L. Guerinot, *Science* 287, 241 (2000); X.Ye et al., *Science* 287, 241 (2000) Có sự phản đối chính trị cho sản phẩm nông nghiệp biến đổi gen này. Xem <http://www.biotech-info.net/golden.html>.

kèm với những thành tựu kỹ thuật choáng ngợp này là một sự mơ hồ về mặt khoa học thể hiện ở chỗ trên thực tế những người điều hành khoa học không biết mình đang làm gì.

Tôi thấy thật hài hước một điều là, chính khả năng dễ sai lầm của khoa học, lý do đã thúc đẩy Mary Shelley viết cuốn *Frankenstein* - về khuynh hướng của con người trong việc tin rằng mình đã hiểu những điều thực ra mình không hiểu - lại trở thành xu thế chủ đạo và được chấp nhận vì những mục đích tài chính.¹ Điều này làm ta nhớ đến nhận xét của Oscar Wilde cho rằng nghèo đói là mẹ đẻ của tội lỗi. Ta chỉ cần thử hình dung xem nếu cuốn tiểu thuyết của bà Mary Shelley được viết ra trong những ngày tháng này thì câu chuyện sẽ đi đến đâu. Thay vì một thiên tai đầy mặc cảm ở Geneva, Victor Frankenstein có lẽ sẽ là một anh chàng kiếm lợi bằng thư rác của trường Cao đẳng Khoa học và Công nghệ Thomas Jefferson ở Alexandria, Virginia. Thay vì lặn lội tới tận Igolstad để học những kỹ thuật giải phẫu đầy sáng tạo của mình, Victor sẽ bay tới Boston để xin vào học trường Y khoa Havard - sau bốn năm im hơi lặng tiếng ở Princeton để nghiên cứu tennis và phụ nữ. Thay vì bí mật tạo ra một con quái vật, anh ta sẽ sử dụng các mối quan hệ chính trị của mình để nhận được một khoản tài trợ lớn của Học viện Y khoa Quốc gia, rồi mở một cửa hàng ở Bethesda và bắt đầu khuếch trương quảng bá. Thay vì nguyền rủa tạo vật của mình, anh sẽ tăng bốc nó lên tận mây xanh với những lời quảng cáo về bước đột phá kỹ thuật đầy sáng tạo của mình và thông báo mở một bệnh viện chuyên khoa kéo dài tuổi thọ. Trong khi đó thì con quái vật không còn muốn tác oai tác quái nữa vì chẳng phá phách được bao nhiêu và thay vào đó sẽ viết một cuốn tiểu thuyết ăn khách rẻ tiền, được

¹ M.W. Shelley, *Frankenstein, or the Modern Prometheus* (Nxb Palgrave Macmillan, New York, 2000) Người ta đã viết nhiều về cuốn tiểu thuyết lạ lùng này. Xem M. Spark, *Mary Shelley* (Nxb Meridian, New York, 1986); <http://www.kimwoodbridge.com/maryshel/essays.shtml>; <http://home1.worldonline.nl/~hamberg>.

giới thiệu trên chương trình truyền hình của Oprah, rồi sau đó ứng cử chức thống đốc bang California. Bản thân Victor sẽ không tìm đến với cái chết trên những tầng băng trôi ở Bắc Cực, mà sẽ kiếm đường nghỉ hưu thoải mái về cả mặt tinh thần lẫn vật chất ở Palm Springs ngay sau khi các luật sư của anh loại bỏ được những nhà cải cách nhiều nhượng của Ủy ban Chứng khoán và Hối đoái.

Cái một tỏ ra khoan dung đối với sự không hiểu biết các vấn đề khoa học quan trọng được khuyến khích không chỉ bởi kinh tế mà còn cả bởi chính trị nữa. Sự khan hiếm tri thức được coi là một điều lành đối với một số nhóm người, vì nó ngăn không cho những nhà khoa học ranh mãnh làm những việc gây tác hại như kiểu tạo ra những đứa trẻ ba đầu sáu tay hay phát triển những căn bệnh có khả năng xóa sổ tất cả chúng ta chỉ trong vài tuần lễ. Liệu điều đó có khả năng xảy ra hay không tất nhiên vẫn còn là vấn đề đang tranh cãi. Những phòng thí nghiệm trên thế giới ngày nay thường xuyên cho sinh sản vô tính khỉ và gia súc, và biết đâu còn bí mật cho sinh ra cả con người. Vì mục đích quân sự, các chính phủ luôn cho tạo ra những cơ thể sống nguy hiểm. Trường hợp Ron Jackson và Ian Ramshaw năm 2001 tình cờ tạo ra biến thể chuột mang mầm bệnh đậu mùa đã minh họa cho việc nói trên.¹ Mối nguy hiểm tiềm tàng của sự hiểu biết về sự sống một cách cận kề được viện dẫn ngày càng nhiều nhằm biện hộ cho việc phải ban bố những điều luật mới nhằm kiểm soát một cách chặt chẽ việc phổ biến thông tin sinh học.

Quan sát các kiểm duyệt viên bảo mật nhan nhản trong các ngành

¹ R.J. Jackson et al. *J. Virol.* 75, 1205 (2001). Việc tình cờ tạo ra một biến thể virus chết người của bệnh đậu mùa trên chuột bằng phương pháp tổng hợp đã gây ra cuộc tranh cãi nảy lửa trong dư luận về sự nguy hiểm của kỹ thuật sinh học, và sự cần có các qui định chặt chẽ về việc phân loại. Xem J. Cohen, "Designer Bugs", *Atlantic*, tháng 7-8 2002, trang 113. Câu chuyện về bệnh đậu mùa của chuột trở nên đáng kinh khiếp khi một nhóm nghiên cứu do Giáo sư Mark Buller đứng đầu, tại trường Đại học St. Louis University tái thực hiện thí nghiệm này. Xem W.J. Broad, "Bioterror Researchers Build a More Lethal Mousepox", *New York Times*, 1 tháng 11/2003.

khoa học về sự sống cũng là một trải nghiệm về ký ức chợt hiện, khiến ta chợt nhớ lại thời kỳ khi hồ sơ công khai về vật lý hạt nhân bị thu hồi toàn bộ. Đạo luật về Năng lượng Nguyên tử năm 1954 tuyên bố rằng “sự phát triển, sử dụng và kiểm soát năng lượng nguyên tử phải được quản lý sao cho nó phải nhằm vào việc thúc đẩy nền hòa bình thế giới, cải thiện phúc lợi chung, nâng cao mức sống, và tăng cường sự cạnh tranh tự do của bộ phận kinh tế tư nhân”. Điều đó có nghĩa là từ nay trở đi, việc tiết lộ một số sự thật về giới tự nhiên cho công chúng biết hay thậm chí việc nhắc nhở đến những sự thật mà bạn không có quyền tiết lộ đều bị coi là một trọng tội. Cả một mảng tri thức lớn đã bị xóa sạch. Tuy nhiên, chiến dịch tiêu hủy tri thức này hiện nay còn được tiến hành triệt để hơn cả chiến dịch xảy ra năm mươi năm về trước, vì không còn có thể thông qua sản xuất để kiểm soát các loại vũ khí sinh học, tức công nghệ hạt nhân của thời đại chúng ta được nữa. Không như nhiên liệu phân hạch vốn rất đắt và khó thu được, người ta có thể làm biến đổi gen với giá chỉ vài đô la. Tạo cảm giác an ninh bằng trò đốt hết sách vở tuy nhiên cũng chỉ là ảo tưởng. Chính Edward Teller chứ không ai khác đã lập luận rằng bảo mật hạt nhân không hề có công hiệu, vì về lâu dài nó chỉ ngăn không cho thông tin đến với những người có thể sử dụng chúng vào mục đích hòa bình, nhưng không thể giữ cho nó không lọt vào tay những kẻ xấu quyết định dùng gián điệp để có được.¹ Luận cứ này nhất quán với những gì tôi đã biết được như một giai thoại ở Livermore sau đó nhiều năm về những chương trình vũ khí hạt nhân của các quốc gia khác - bao gồm cả những quốc gia chưa có vũ khí hạt nhân. Ví dụ như anh bạn đồng nghiệp Jay Davis của tôi, một trong các thanh tra viên vũ khí hạt nhân ở Iraq, đã báo cáo là việc tiếp cận được những bí mật về hạt nhân “không phải là một giải pháp”.

Bên cạnh những dồn ép về kinh tế đối với kỹ nghệ và mối hiểm họa

¹ Xem E. Teller và J. Shoolery. *Memoirs: A Twentieth-Century Journal of Science and Politics* (Nxb Perseus Press, Cambridge, Massachusetts, 2002).

vốn có của tri thức còn là một câu hỏi hết sức hấp dẫn về nguyên nhân. Sự vắng bóng của một kế hoạch có tính liên kết toàn cầu để ngăn chặn sự hiểu biết về điều hòa gen - mà riêng tôi cũng chưa thấy một bằng chứng nào - khiến người ta phải hỏi tại sao lại khó hiểu như vậy. Sự biến đổi gen thành protein có hai bước, sao chép ADN vào ARN thông tin, và tiếp đó dịch ARN ra thành protein. Bước thứ hai hoàn toàn mang tính tất định và rất đơn giản, vì tóm gọn lại nó chỉ gồm một vài lệnh kiểm soát của ARN đối với ribosome, một cỗ máy nhỏ sản xuất protein. Rất nhiều thí nghiệm đã chứng minh rằng những ribosome này đọc các chỉ dẫn một cách không cần suy xét và làm theo mệnh lệnh. Nhưng tự nhiên đã tùy quyết đưa ra những chỉ thị sao chép một cách linh hoạt và khó lường hơn nhiều, khiến thậm chí các chuyên gia cũng không thống nhất được với nhau là nó định nói lên điều gì. Ta không biết tại sao tự nhiên lại làm như vậy, nhưng lý do hẳn phải thực sự quan trọng, vì chưa thấy có ngoại lệ trong bất kỳ một cơ thể sống nào. Quy mô của ngân sách dành cho thí nghiệm chip vi mảng trên toàn thế giới - khoảng một tỷ đô la một năm - cũng cho thấy người ta không có ý định lùi bước trước vấn đề này.¹

Phillip Anderson đã đưa ra một so sánh cay độc rất hay giữa những

¹ Con số tỷ đô la mà tôi ước tính là từ báo cáo hàng năm của Affymetrix Corporation, nhà cung cấp chủ yếu toàn cầu DNA arrays, có thể xem trong <http://biz.yahoo.com/e/010515;affx.htm>. Công bố lợi nhuận của họ là khoảng 200 triệu đô la một năm. Tôi giả định rằng con số này cũng là giá trị mua bán chip, vì array là mặt hàng có giá trị lớn nhất của họ, và chắc chắn mang lại lợi nhuận cao. Giá trị thị trường của nó thay đổi, nhưng được biết là ở khoảng 1.000 đô la. (Xem <http://www.research.bidmc.harvard.edu/corelabs/genomic/default.asp>). Điều đó có nghĩa là với số lượng mua bán cỡ 200.000 chip một năm, và khoảng 200.000 thí nghiệm được thực hiện. Tính chi phí nhân công, chi phí phòng thí nghiệm, và các khoản tổng chi phí, tôi ước tính mỗi thí nghiệm tốn khoảng 50.000 đô la. Để kiểm nghiệm một cách độc lập, tôi ghi nhận rằng ngân sách của NIH cho năm tài chính 2001 là 19 tỷ đô la, 81% trong số đó là dành cho các nghiên cứu bên ngoài trường đại học. Điều đó cho thấy khối lượng công việc liên quan đến array là khoảng 7% tổng chi phí bên ngoài trường đại học, tức là một ước tính khá đĩ.

tình huống kiểu này với một vụ án mạng bí hiểm kể về một thám tử xui xẻo cứ lao đầu tìm kiếm trong khi hết người này đến người khác lẫn ra chết như rạ xung quanh y. Y cứ chúí mũi vào những chi tiết vụn vặt nên không thấy được đâu là đầu mối chính yếu, là việc xác chết cứ dần chất đống ở giữa phòng, mặc dù liên tục vấp chân phải chúng. Manh mối trong vụ này - con chó của Sherlock Holmes là con chó không sửa đêm - chính là bản thân tính khó uốn nắn.¹ Một lời cắt nghĩa rõ ràng cho tính khó uốn nắn này và đặc biệt là cho tính phổ quát của nó, đó là, sự điều hòa sinh học - mà quá trình sao chép là ví dụ - đã khai thác nguyên lý vật lý về tính bất ổn định tập thể, và do vậy nó *vốn phải la* lãnh địa của những Hệ luận hắc diện. Đây không phải ý kiến mới mẻ của riêng tôi: nó đã được ngụ ý trong một số sách xuất bản gần đây nói về tính tới hạn của quá trình tự tổ chức trong sinh học, nhất là trong các tác phẩm của Stuart Kauffman. Tuy nhiên, phiên bản của tôi có khác đi một chút ở chỗ nó coi bản thân sự lẫn lộn về mặt thí nghiệm là hiệu ứng then chốt, và ngụ ý rằng hình như không thể đưa ra một cách hiểu vi mô mang tính thuần túy diễn dịch về điều hòa gen, ít nhất là với những chiến lược thực nghiệm hiện nay. Tính bất ổn định tập thể có nhiều khả năng sẽ tạo ra một Rào Cản Quan Yếu đủ sức phá hủy năng lực dự đoán và phá hủy khả năng có thể bị phủ bác của các lý thuyết, đồng thời, thông qua hiệu ứng con Gà Tây Đánh Lạc Hướng, nó cũng sẽ lừa cho là mọi người tưởng rằng mình đã tìm ra những lời giải thích cho mọi việc khi mà thực ra thì không phải. Nói cách khác, không thể hiểu được cơ cấu của sự sống thông qua chính những nguyên lý vật lý cơ bản chi phối hoạt động của nó. Trong trường hợp này thì bản thân tự nhiên là người kiểm duyệt chứ không phải là những nhà lập pháp hay những nhân viên hành chính quan liêu.

¹ Con chó không sửa đêm nổi tiếng này xuất hiện trong câu chuyện "Silver Blaze" của Arthur Conan Doyle. Xem A.C. Doyle, *Complete Sherlock Holmes* (Doubleday, New York, 2002).

Sự phù hợp giữa tính bất ổn định tập thể với quá trình kiểm soát điều hòa là một cái gì đó phản trực giác, nên hãy cho phép tôi giải thích kỹ hơn một chút. Ví dụ như trường hợp một máy bay không người lái.¹ Mặc dù phần lớn máy bay được thiết kế để có thể bay một cách ổn định, nhưng chúng không thể tránh khỏi bị những cơn gió giạt nhỏ làm chệch hướng. Phi công tự động là một người máy sử dụng tín hiệu phản hồi để điều chỉnh những sai lệch đó. Những con quay hồi chuyển của máy bay có nhiệm vụ phát hiện sự lệch hướng của máy bay và đáp lại bằng những tín hiệu điện nhỏ. Thông qua các bộ khuếch đại, những tín hiệu nhỏ này chuyển thành những tín hiệu mạnh, kích khởi hệ thống kiểm tra và chỉnh lại hướng. Bộ khuếch đại là một bộ phận thiết yếu, vì những lực tỷ lệ hơn được các bộ cảm biến chuyển động ghi nhận không đủ mạnh chút nào để kích hoạt hệ thống kiểm tra để đưa máy bay vào đúng luồng.² Nhưng bộ khuếch đại này là một thứ không ổn định. Việc biến một tín hiệu nhỏ thành một tín hiệu lớn cũng không khác gì phản ứng một cách hung hăng với một kích thích còn con. Thường thì nhà thiết kế có nhiệm vụ phải khống chế sự thất thường của bộ khuếch đại để đảm bảo cho phi công tự động hoạt động chính xác, nhưng chỉ cần vài sợi dây điện đặt sai vị trí hay một mối nối nào đó lỏng thối là đủ làm cho nó rung lên ngoài tầm kiểm soát hay bẻ quạt bánh lái sang một bên, làm vỡ tan máy bay. Những hiệu ứng này giống một cách nhìn cơ giới đối với bệnh ung thư, một căn bệnh trong đó một vài sai sót gen rất nhỏ trong một tế bào được khuếch đại thông qua cơ cấu điều hòa của cơ thể bạn và giết chết bạn. Những bộ khuếch đại trên máy bay không người lái được làm từ tranzito, các cuộn cảm, các van thủy lực, v.v..., nhưng đó chỉ vì những bộ phận này rẻ tiền

¹ Phi công tự động là một ví dụ cụ thể về điều khiển dựa trên phản hồi. Xem S. Skoestad, *Multivariate Feedback Control* (Nxb Wiley, New York, 2005).

² Một cách giải thích về bộ khuếch đại, xem S. Franco, *Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits* (Nxb McGraw Hill, New York, 1997).

và để sử dụng mà thôi, chứ vẫn có thể sử dụng bất kỳ một hệ thống vật lý bất ổn định nào khác thay cho chúng. Cụ thể, người ta có thể hình dung ra việc sử dụng sự cạnh tranh gay gắt giữa hai hay nhiều trạng thái tổ chức khác nhau, chẳng hạn như hai loại trật tự tinh thể khác nhau, hai loại từ trường khác nhau, hoặc hai loại tổ chức phản ứng hóa học khác nhau, để tạo ra độ nhạy cần thiết đặc trưng cho các bộ khuếch đại. Nói theo cách khác thì tinh bất ổn định tập thể chính là bộ khuếch đại của tự nhiên. Nhìn từ góc độ chức năng thì không hề có một sự khác biệt nào giữa tinh bất ổn định tập thể diễn ra trong tự nhiên và hành trạng của một con chip khuếch đại loại rẻ tiền mà bạn mua được trong các cửa hàng bán đồ điện tử.

Tinh bất ổn định liên quan đến khuếch đại là một tác nhân nguy hiểm và hữu hiệu trong việc gieo rắc nhầm lẫn trong khoa học, vì khi các thí nghiệm bắt đầu trở nên thô mộc thì nó thường biến mất dạng cứ như có một phép lạ. Khi phi công người máy đang hoạt động để rồi dẫn đến trục trặc giữa đường thì trong hành trạng của máy bay không hề thấy có dấu vết gì của tinh bất ổn định liên quan đến khuếch đại nằm đâu cả. Chỉ khi cố mở xẻ máy móc ra để xem nó hoạt động ra sao thì người ta mới thấy lộ ra cái bộ khuếch đại. Về mặt này, nó khá giống với bài toán vật lý về chất siêu dẫn ở nhiệt độ cao mà tôi yêu thích. Cũng giống như máy bay, hành trạng của chất siêu dẫn là cái gì đó hoàn toàn dễ hiểu, cho tới khi người ta mở xẻ nó ra để rồi phát hiện thấy một cái hộp Pandora chứa đầy những thứ mơ hồ và phức hợp, mà ít nhất thì nguyên nhân sinh ra một số trong những thứ đó chính là sự cạnh kề với quá trình chuyển pha và những Hệ luận hắc diện cùng đồng thời xảy ra với quá trình ấy.

Người ta vẫn không biết liệu những hệ luận này có tác động gì trong các vật thể sống hay không, nhưng chỉ nguyên việc nghĩ rằng chúng có tác động cũng đã gây nhiều rắc rối cho môn sinh học thực nghiệm. Nó đặt gánh nặng chứng minh lên vai nhà khoa học, buộc nhà khoa học phải chỉ ra được rằng thí nghiệm của anh ta hay của

chị ta là có nghĩa - điều hiện nay không mấy khi xảy ra, và thậm chí còn hơi bị coi là làm giảm uy tín - vì việc đo đạc trước rồi mới đặt câu hỏi sau có cơ tạo ra một khối lượng thông tin không phải hoàn toàn không đúng chút nào. Nó đặt thành vấn đề nghi ngờ cách người ta vẫn thường làm là không chịu lặp lại và không chịu kiểm tra các thí nghiệm, vì không thể coi biến thiên là điều gì tự nhiên được, mà phải coi nó là một triệu chứng của tính bất ổn định. Nó làm giảm giá trị của cái chân lý đã được xác định thông qua việc đồng lòng nhất trí đề cao vị thế của chính trị và làm nảy sinh nguy cơ biến sự đồng lòng nhất trí đơn giản trở thành sự dối trá được tôn vinh và được hợp pháp hóa. Nó biến quyền giữ bí mật thành một cơ hội vàng cho sự gian dối.

Điều quan trọng hơn cả tuy nhiên lại là sự hiện diện của những hệ luận như vậy đã khiến nảy sinh mối lo ngại cho rằng phần lớn tri thức sinh học ngày nay đều mang tính duy ý niệm. Một triệu chứng cơ bản của lối tư duy duy ý niệm là cách kiến giải không đưa lại cái gì và không thể kiểm tra được. Tôi gọi những ngớ cụt logic kiểu ấy là các phản lý thuyết vì chúng có tác dụng ngược hoàn toàn lại với các lý thuyết thực sự: chúng làm đình trệ thay vì kích thích tư duy. Chẳng hạn, thuyết tiến hóa thông qua chọn lọc tự nhiên mà ban đầu Charles Darwin đề cao nó như một lý thuyết lớn, gần đây càng ngày càng tỏ ra là một phản lý thuyết, được viện đến để che đậy những sai sót gây lung túng trong thực nghiệm và để hợp thức hóa những phát kiến cùng lắm thì không đến nỗi hoàn toàn sai nhưng lại rất đáng nghi ngờ. Vì sao protein của bạn lại không tuân theo những định luật về tác động toàn khối? Thuyết tiến hóa đã bảo thế mà! Cả lô cả lốc các phản ứng hóa học phức tạp của bạn sẽ biến thành con gà chẳng? Theo thuyết tiến hóa mà lý! Bộ óc con người hoạt động tuân theo những nguyên lý logic không máy tính nào bắt chước được ư? Đó là do thuyết tiến hóa bảo vậy! Đôi khi người ta nghe thấy ai

đó lý luận rằng vấn đề còn rắc rối lắm, vì sinh hóa là một ngành nghiên cứu dựa trên cơ sở các thực kiện nên các lý thuyết không giúp ích gì được cho nó, mà cũng không cần thiết. Đây là một luận cứ sai lầm, vì để xây dựng các thí nghiệm thì bao giờ cũng phải cần đến các lý thuyết. Trong sinh học thật ra có khối các lý thuyết. Chỉ có điều là chúng không được mang ra thảo luận - hoặc phân tích kỹ lưỡng - trong bàn dân thiên hạ mà thôi. Sự thoái thác bề ngoài đáng quý đối với định kiến lý thuyết thực ra chỉ là một thứ phản lý thuyết được che đậy một cách thông minh mà thôi, chứ công dụng thật của nó là nhằm né tránh sự đòi hỏi phải dùng đến tính nhất quán logic như một phương tiện loại bỏ sai lầm. Ngày nay ta thường tự hỏi một câu hỏi không nên đặt ra rằng tiến hóa là một kỹ sư hay một ảo thuật gia - một nhà khám phá và chinh phục những nguyên lý tiên thiên của vật chất hay là người tạo ra những phép màu. Người thứ nhất là một lý thuyết, người thứ hai là một phản lý thuyết, thế thôi.

Vì tính bất ổn định tập thể là đột sinh nên câu hỏi liệu ở thang nào thì những nguyên lý tập thể về tổ chức bắt đầu trở nên có ý nghĩa đối với sự sống là một câu hỏi hợp lý. Câu hỏi này hóa ra lại không thể trả lời được một cách quả quyết, vì sự đột sinh ở những thang trung gian vốn là một hành trạng không rõ ràng. Sự đột sinh mang tính vĩ mô được xác định là một cái gì đó phổ quát, giống như tính rắn, càng ngày càng trở nên chính xác ở giới hạn của kích thước mẫu đo đủ lớn. Không có gì ngăn cản những hiện tượng mang tính tổ chức phát triển ở những thang nhỏ, nhưng một cách khái quát thì rất khó để *chứng minh* được sự tồn tại của chúng vì chúng chưa đủ độ chính xác.

Có bằng chứng gián tiếp đáng kể cho thấy sự đột sinh ổn định và không ổn định xuất hiện ngay bắt đầu từ thang của những protein cá lẻ. Nhiều sách chuyên ngành đã viết về đề tài này, và tôi phải giới thiệu một trong các cuốn sách này cho những độc giả có quan tâm



Cả lò cá lóc các phản ứng
hóa học phức tạp của bạn
sẽ biến thành con gà.

để nắm hiểu vấn đề rõ hơn.¹ Sự việc đơn giản là: chẳng hạn vì các protein có kích thước lớn nên khiến ta nghĩ rằng, để hành xử một cách có hiệu quả thì chúng phải bộc lộ điều gì đó tương tự với tính rắn cơ học, một đặc tính đột sinh chỉ xuất hiện trong những hệ thống có kích thước lớn. Một ví dụ cụ thể minh họa cho việc áp dụng thành công những ý niệm về tính rắn đối với hành trạng của protein là

¹ Xem A. Fersht, *Structure and Mechanism in Protein Science: A Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding* (Nxb W.H. Freeman, New York, 1999), và A.M. Lesk, *Introduction to Protein Architecture: The Structural Biology of Proteins* (Nxb Oxford U. Press, London, 2001)

hoạt động của enzyme có khả năng tổng hợp adenosine triphosphate (ATP synthase), một động cơ điện nhỏ, với rôto và stato nằm sẵn trong thành của một ty thể.¹ Độ lớn cũng được bao hàm trong tinh tích hợp của quá trình sao chép và tái tạo ADN, vốn không hiểu vì sao lại không tuân theo yêu cầu thông thường của quá trình phân nhánh mang tính thống kê trong các phản ứng hóa học. Ý niệm về sự khuếch đại không ổn định cũng được ngụ ý trong việc chuyển đổi ATP thành năng lượng cơ học của những kết nối trong các protein vận động, chẳng hạn như là phức hợp actin-myosin của cơ bắp hay như protein kinesin,² cũng như những kết nối trong hoạt động của các protein kênh ion và các bộ tiếp nhận trên bề mặt tế bào.³

Chẳng may là bằng chứng này cách gì cũng không đủ làm sáng tỏ cuộc tranh cãi, do vậy người ta vẫn thấy có những động thái kỳ lạ thường xảy ra trong các cuộc họp bàn về hệ gen học (genomics) hay protein học (proteomics), mà ở đó diễn giả nhẹ nhàng xoay từ những ý niệm quy giản luận sang thanh những ý niệm tập thể một cách tự nhiên như khi người ta đảo các con bài để đầu trí trong trò

¹ Ý tưởng nguyên khởi của động cơ này được Paul Boyer công bố năm 1964. Một trong các bộ phận của nó sau đó được tinh thể hóa bởi John Walker. Hai ông đồng nhận giải Nobel cho hóa học năm 1997 vì tìm ra phương thức hoạt động của enzyme này. Xem P.D. Boyer, *Angew. Chem. Int. Ed.* 37, 2296 (1998); J.E. Walker, *ibid.*, 2308. Một thí nghiệm mẫu chốt xác định bản chất cơ học của nó được Masasuke Yoshida thực hiện, người gắn một bộ lọc vào động cơ quay, và quan sát nó quay dưới một ống kính hiển vi. Xem H. Noji, R. Yasuda, M. Yoshida, và K. Kinosita, Jr., *Nature*, 386, 299 (1997), và <http://www.res.titech.ac.jp>. Xem thêm H. Wang và G. Oster, *Nature*, 396, 279 (1998); và H. Seelert *et al.*, *ibid.*, 405, 418 (2000).

² Có nhiều tư liệu về động cơ protein. Để bắt đầu tôi xin giới thiệu trang web tuyệt vời của Eckhard Jankowsky <http://www.helicase.net/dexhd/motor.htm>. Những nghiên cứu tiên phong về actin-myosin được Jim Spudich thực hiện và được J.A. Spudich giới thiệu, *Nature* 372, 515 (1994). Tư liệu về kinesin xin xem trang <http://www.imb-jena.de/~kboehm/Kinesin.html>. Xem thêm K. Kawaguchi và S. Ishiwata, *Science* 291, 667 (2001) và nguồn dẫn trong bài.

³ Xem H. Salman, Y. Soen, và E. Braun, *Phys. Rev. Lett* 77, 4458 (1996), và nguồn dẫn trong bài.

xì tố. Do đó mà người trình bày báo cáo bằng văn bản thường viết ra một chương trình máy tính dựa vào những định luật mang tính hư cấu về chuyển động của nguyên tử, và sau đó sử dụng chính chương trình này để tiên đoán những hình dạng của các protein xuất phát từ các chuỗi ADN cơ sở. Việc chiến thuật này vẫn (thỉnh thoảng) được sử dụng cho thấy cấu trúc cuộn lại cụ thể của protein không phụ thuộc một cách nhạy cảm vào những chi tiết của các lực tương tác giữa các nguyên tử với nhau, vì nếu phụ thuộc như vậy thì người ta hẳn sẽ phải bỏ sung một lời giải *chính xác* cho những phương trình chuyển động *chính xác*. Tuy nhiên, nếu ta hỏi chính những người đó, hay các nhà tài trợ của họ, xem liệu họ có tin rằng có những nguyên lý phổ quát để có thể đề cập một cách hợp lý đến sự tồn tại của các "hemôglôbin" hay các "ribosome" hay không, thì phần lớn trong số họ sẽ lắc đầu.

Một khi mà hành trạng tập thể xuất hiện ở thang protein thì việc quan trọng hơn cả là phải tìm cách làm tăng thêm trọng lượng của luận cứ cho rằng những nguyên lý tập thể có tác động ở những nơi thực sự cần đến một luận cứ như vậy - ở cấp độ các hệ thống và các quá trình xảy ra trên qui mô lớn, như quá trình trao đổi chất, quá trình biểu thị gen, quá trình chuyển tin hiệu tế bào, là những thứ rất khó để đo trực tiếp. Đến lượt mình, điều này lại khiến ta lại phải nghiêm túc tính đến các Hệ luận hắc diện, và nhất là phải đối mặt với khả năng là ta sẽ không thể nào tìm ra được những nguyên lý của sự sống bằng vào những thí nghiệm tồi, bất kể người ta ném vào đó bao nhiêu tiền của hay bất kể bao nhiêu dữ liệu có thể thu được từ những thí nghiệm đó.

Không may là chúng ta đang phải sống trong một thế giới mà các vấn đề lớn luôn được giải quyết không đúng hướng. Năm 1972, vào thời kỳ Tổng thống Nixon, khi còn đang ở Berkeley thì tôi bị gọi quân dịch, điều này làm câu chuyện trở nên hấp dẫn hơn nữa. Sau khóa huấn luyện cơ bản ở Fort Ord, tôi được lệnh vào trường tên lửa ở

Oklahoma, một tin đáng vui, vì lúc này số người thiệt mạng trong cuộc chiến Việt Nam ngày càng nhiều. Vào năm đó, mọi việc dường như tẽ đi một cách kinh khủng, và chuyến đi về phía đông của tôi cũng không phải ngoại lệ. Cha tôi lái xe đưa tôi đến Los Angeles, trên suốt chặng đường không ngớt bảo rằng mọi việc rồi sẽ kết thúc nhanh chóng thôi và tuân thủ luật pháp là điều tốt, càng nói càng làm tôi thêm nẫu ruột, rồi sau đó tiễn tôi lên một chiếc máy bay lớn đi Dallas. Tôi tới nơi khi trời còn tờ mờ, xung quanh vắng teo. Sau khi mò mẫm khắp khu sân bay hãy còn tối mò để kiếm một tách cà phê, tôi cũng kiếm được một tách trong một quán nhỏ. Quán vắng tanh ngoại trừ hai nữ hạ sĩ quan đót thuốc liên tục, lè nhe về việc rèn tân binh vào khuôn phép. Đó là một điểm báo. Trời vừa sáng thì tôi lên một chiếc máy bay cánh quạt cỡ nhỏ, cùng với ba sinh viên khác cũng được gửi đến trường tên lửa, bay một chặng ngắn đến Lawton. Tiếp đón chúng tôi là một người nom vẻ thân thiện, giọng rất nặng - chắc là từ Texas đến, vì người Oklahoma không có giọng kiểu ấy - và dẫn chúng tôi ra một chiếc limosine cổ lỗ, dài thòng, mỗi bên những bốn cửa và một chiếc xe tải thùng. Chắc còn nhiều người nữa. Anh này cam đoan với chúng tôi là "sẽ đưa các anh tới nơi tới chốn", làm như nếu có dịp là chúng tôi sẽ biến mất vào khoảng không tranh tối tranh sáng. Hóa ra xuýt nữa thì như vậy thật. Trên đường qua thị trấn, giữa dãy hàng quán lờ lẹt thường bao quanh các doanh trại quân đội, một ống nước dưới nắp ca-pô bị vỡ, phun dày nước lên kính chắn gió. Anh lái xe nghĩ rất nhanh rồi đưa ra hướng giải quyết - tôi bảo đảm không hề bịa tếu như kiểu Dave Barry thể nào cũng làm - bằng cách nói lúng búng trong miệng "tôi sẽ đưa các anh tới nơi tới chốn", rồi bất cần gạt nước! Chúng tôi tiếp tục phóng đi, khạc nước tung tóe vào không khí và ngấm nhìn đôi cần gạt chóng trả một cách vô vọng với vòi nước cho tới khi nước trong két khô kiệt. Anh lái xe nhắc lại "Tôi sẽ đưa các anh tới nơi tới chốn", và chiếc limosine bắt đầu rung lên bần bật như kiểu báo

hiệu động cơ xe đang tan chảy. Dần dà, từ chỗ rung, cái xe bắt đầu chuyển sang chao đảo, rồi co giật, rẽ về phía doanh trại và tiến vào khu nhà ở, thở hắt ra một cái trước khi đổ để rồi vĩnh viễn dừng lại ở đấy. "Tôi đã đưa các anh đến nơi", anh tài nói.

Tất nhiên, câu trả lời tôi nghĩa của giới khoa học đối với những nguyên lý đột sinh tồn tại tiềm tàng trong sự sống là một triệu chứng rõ ràng của cơn nghiện những niềm tin quy giản luận - được ngành công nghiệp được hoan hỷ chào đón, một ngành công nghiệp vốn đánh giá rất cao việc làm sao có được những chi tiết vụn vặt liên quan đến công việc làm ăn được chi trả từ túi tiền của người đóng thuế. Việc chối bỏ tính đột sinh được biện minh là để bảo vệ khoa học khỏi rơi vào chủ nghĩa thần bí. Nhìn bề ngoài thì quan điểm khoa học là thứ quan điểm cho rằng sự sống chính là những phản ứng hóa học, rằng công việc táo bạo cần làm bằng được là xác định và vận dụng chúng với một lượng lớn tiền bạc và các loại siêu máy tính. Theo cách nhìn đó thì quan điểm thần bí là thứ quan điểm cho rằng cuộc sống là một cái gì đó tuyệt vời, không thể hiểu hết được, và chỉ con người với tất cả tiền của và các loại siêu máy tính của họ mới có thể hủy hoại được. Giữa hai thái cực này là một ý niệm hết sức có ý nghĩa nhưng chưa thể được hiểu cận kề, đó là ý niệm cho rằng việc không hiểu được những vật thể sống hình như thực ra cũng là một hiện tượng vật lý. Điều đó không làm cho cuộc sống kém đi chút nào sự kỳ diệu của nó, mà chỉ đơn giản là xác định sự khó khăn trong việc hiểu được sự sống một cách trọn vẹn thông qua các định luật quy giản luận. Không đủ khả năng nắm hiểu là một cái gì đó ta thường thấy trong thế giới vô tri vô giác, và thật ra điều đó không có gì bí hiểm. Những hệ thống khác, nguyên khai hơn, có bộc lộ khả năng khó nhân biết là những hệ thống cho tới giờ vẫn lần tránh được giải pháp máy tính, và có nhiều người trong chúng ta hoàn toàn tin rằng lúc nào chúng cũng sẽ lần tránh được. Liệu những hiệu ứng tương tự như vậy có xuất hiện trong sinh học

hay không là điều còn phải chờ xem. Tuy nhiên, có điều chắc chắn đúng, đó là, việc coi thường các khả năng một cách ngạo mạn sẽ dẫn đến tình trạng không ngừng sa lầy vô cùng tốn kém và không thể hình dung nổi vào những thí nghiệm tồi.

Tất nhiên còn có câu hỏi nữa là, liệu người ta có *buộc phải* nắm hiểu những nguyên lý của sự sống hay không, hay chỉ cần phác ra những định luật theo đó không ai hiểu được chúng? Thay vì đưa ra một nhận định riêng về vấn đề nhạy cảm này, tôi muốn làm theo cách của một trong những cuốn sách tôi yêu thích, cuốn tiểu sử John Wesley Powell của tác giả Wallace Stegner, người cựu chiến binh cụt tay từ thời Nội Chiến, người chèo thuyền dọc theo sông Colorado với một nhóm cộng sự nhỏ, và đã vẽ nên bản đồ vùng Grand Canyon.¹ Mặc dù Powell có được vị trí của mình trong sách giáo khoa trung học về lịch sử là nhờ vào chuyến đi trên sông đó, nhưng thành tựu lớn lao nhất của ông lại là việc đã phát minh ngành khoa học nghiên cứu về hệ thống chính quyền. Powell rất quan tâm đến các vùng lãnh thổ phía Tây, và hiểu rằng chính sách phân đất thích ứng với điều kiện khí hậu miền Đông sẽ không thể thực hiện được ở miền Tây, nơi hạn hán triền miên là đặc điểm của vùng miền. Ông nhận ra rằng quyền sở hữu về nước ở miền Tây còn quan trọng hơn quyền sở hữu về đất đai, rằng nông dân nếu không có những quyền đó thì sớm muộn gì cũng sẽ bị phá sản. Giải pháp của ông là khuyến khích Quốc hội lập ra một cơ quan gọi là Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ, mà ông là cục trưởng, để tiến hành khảo sát hệ thống tưới tiêu, với một trách nhiệm ngầm là sửa đổi chính sách phân đất ở các vùng miền Tây. Thời khắc quyết định diễn ra khi ông tìm cách trục xuất một số kẻ lấn chiếm đất công tại hồ Clear, California. Các thượng nghị sĩ và hạ nghị sĩ từ các bang miền Tây nháy chồm lên, cáo buộc Washington đã vượt quá giới hạn quyền lực của mình. Nghị

¹ W.E. Stegner, *Beyond the Hundredth Meridian: John Wesley Powell and the Second Opening of the West* (Nxb Penguin, New York, 1992).

viện phản hồi bằng cách cắt giảm nghiêm trọng ngân sách dành cho Powell, và cuối cùng năm 1895, buộc ông phải rời khỏi chức vụ. Bốn mươi năm trôi qua mà không có vụ hạn hán nào xảy ra. Rồi đến khi cuộc đại hạn Dust Bowl xảy ra, tất cả những tiên đoán khủng khiếp của ông trở thành hiện thực, kể cả lời tiên đoán về sự tiêu hủy của nền nông nghiệp Oklahoma, và cuộc tha phương cầu thực thời Đại Khủng Hoảng, được ghi lại trong cuốn tiểu thuyết *Chùm nho nổi giận*. Trong số nhiều bài học rút ra từ câu chuyện này, có một bài học có liên quan đến việc đốt sách khoa học: việc phác ra những định luật phát biểu rằng có những sự kiện vật lý không tồn tại trong khi thực ra chúng có tồn tại, cuối cùng sẽ không thành công. Người ta có thể sẽ có hàng thập kỷ ngập tràn hạnh phúc, nhưng thời khắc mà sự thật nghiệt ngã bị phơi bày cuối cùng cũng sẽ tới, và hậu quả có thể sẽ không thể lường hết được. Cách giải quyết vấn đề đáng sợ và nguy hiểm này là phải hiểu biết tường tận về nó, và giải quyết nó một cách công khai.

Về cái được coi là sự vô đạo đức trong việc nhìn nhận sự sống một cách cơ giới, thì có lẽ tôi chỉ nhìn nhận nó như một ý tưởng sai lạc, được đưa ra bởi một cách hiểu quá cơ giới về “cơ giới”. Định luật vật lý là một sản phẩm kỳ diệu và đáng để ngỡ ngàng - và gây một ấn tượng mạnh mẽ hơn rất nhiều so đối thủ cạnh tranh nổi tiếng của nó, bộ óc con người. Sự bất kinh lớn nhất đối với Tạo Hóa mà tôi có thể tưởng tượng được là việc coi Tạo Hóa không xuất sắc như nó vốn thế, hoặc thậm chí không có Tạo Hóa. Hơn thế nữa, tôi lại yêu thích máy móc, và rất thích đồng hành cùng máy móc. Tôi thích được xếp cùng hạng với máy móc hơn là với khối người mà tôi biết. Đùng là máy móc còn nguyên sơ hơn so với những người đo thật, nhưng sẽ rất sai lầm nếu lấy đó làm nguyên cớ để bài bác chúng.

Lời nói cùng hòa đồng mình với máy móc này gợi cho tôi một kỷ niệm. Mặt trời dần khuất bóng ở Dulles, còn tôi đang ở trên khoang máy bay vắng khách, ngồi một mình cạnh cửa sổ khuất bóng phía

đuôi máy bay, gần phòng vệ sinh. Công việc hàng ngày đã xong, và tôi định lợi dụng sự khác biệt múi giờ giữa bờ Đông và bờ Tây để về còn kịp ngủ trên giường của mình. Đèn trong sảnh ga bật sáng, những chiếc xe tải chạy đi chạy lại trên đường băng trong bóng tối. Chiếc máy bay đi giật lùi, rồi chồm lên và lọc xọc vượt qua những lần đường một cách buồn bã, một chuyến bay bị lãng quên trong một thế giới bị lãng quên của những tờ Nhật báo USA và những miếng bánh mì kẹp Burger King - sự ám ảnh của những chiến binh kính té mỗi một bị cuốn đi theo dòng chảy giống như những con cá hồi kiệt sức bị cuốn tới chỗ lủ gấu. Tới cuối đường băng, chiếc máy bay dừng lại, như mọi khi, vì chẳng có gì mà gấp gáp, nhất là khi người ta làm việc muộn. Rồi đột nhiên, như bị ai gọi giật, nó sực nhớ ra một điều gì đó, trái tim khổng lồ của nó bắt đầu đập, những nguồn năng lượng là bản tính tự nhiên và quyền kế thừa hợp pháp của nó được huy động, và cái cơ thể nguy nga tráng lệ của nó nhẹ nhàng vươn về phía trước, hồ hởi vút lên không trung. Ánh sáng phổ phờng mờ dần rồi vụt biến, đuôi máy bay lại chìm vào bóng tối.

Tôi nằm trong vòng tay bạn, người bạn trẻ của tôi ơi, và như bao nhiêu lần trước đó, đêm nay đây tôi lại tin tưởng bạn sẽ đưa tôi trở về trong bình yên.

Những chiến binh trong cuộc chiến giữa các vì sao

Bòn phân trước tiên của một nhà cách mạng là thoát ra khỏi cuộc cách mạng.

Abbie Hoffman

Thần thoại Hy Lạp chứa đựng những cái nhìn sâu sắc về thân phận con người, khiến ta đọc và suy nghĩ về nó với một niềm hứng khởi vô biên. Tôi phải nhờ cậy vào cuốn sách đã cũ nát của Hosioid trong tủ sách của mình để khỏi quên mất câu chuyện về buổi Bình minh của Kỷ nguyên Vàng của Tri thức. Trong câu chuyện này, Elvis, một người khổng lồ Titan ranh mãnh đã lấy trộm lửa ở nơi cất giấu bí mật của các thần tận châu Phi xa xôi và mang đến cho loài người. Trong cơn giận, thần Zeus đã gửi xuống cho anh trai của Elvis là Liberace một con ác quỷ gồm ghiếc dưới dạng hàng ngàn cô gái đồng trinh e lệ, những nữ cổ động viên. Liberace không màng gì đến họ và nhường lại cho Elvis. Thần Zeus phạt cho mỗi nữ cổ động viên một cái hộp đầy bất hạnh, khổ ải và tuyệt vọng, được nguy trang khéo léo noni như một hộp đựng cơm trưa kiểu Nhật Bản. Không nhận được tò mò hoặc cơn đói bụng, những cô gái cổ động viên này thế nào cũng phải mở hộp ra, và từ đó sẽ thoát ra đủ loại tai ương trên đời: những cú điện thoại chài khách, tắc đường trong giờ cao điểm, tí vi bật suốt ngày đêm ở sân bay, và tí tí thứ khác. Tất cả những

gì còn lại dưới đáy mỗi hộp chỉ là một món đồ trang sức nhỏ, một lời chào vui nhộn đến từ cá nhân thần Zeus kèm với số điện thoại phòng cấp cứu bệnh viện. Trả thu thể chưa thỏa mãn, thần Zeus còn xiềng Elvis vào một đài phun nước có tượng thằng bé đứng đài ở Las Vegas, và hàng ngày phái một con ác quỷ mang theo cô-ca-in, cần sa và rượu đến để giày vò lá gan của anh. Cuối cùng thì Elvis cũng được giải thoát khỏi hình phạt tra tấn nhờ công của Hercules, và để trả ơn, Elvis chỉ cho Hercules biết chỗ thần Zeus giấu những quả tao bằng vàng màu nhiệm cùng với công thức làm bơ đậu phộng và bánh kẹp chuối nổi tiếng thế giới, những thứ đã khiến cho Elvis to khỏe đến thế. Elvis sau đó về nghỉ hưu ở âm cung của thần Hades và trở thành bất tử, rồi đánh đu được với mấy tên gái điếm người ngoại hành tinh cũng đang ở đó. Những người ngoại hành tinh nay gây dựng lại sự nghiệp cho Elvis, và giờ đây anh là khách mời thường xuyên của các trò mẹ mìn.

Kể lại chuyện này tôi có phần áy náy, vì giống như phần lớn những trò giễu cợt, câu chuyện thực ra cũng chẳng khôi hài gì. Elvis Presley là một thiên tài bị trang, người ấp ủ trong lòng một ngọn lửa sáng tạo rực cháy, người đã soi sáng cho công chúng của mình một con đường mà trước đó họ chưa từng thấy, và là người đã chết trẻ cũng vì lẽ đó. Có hàng lô những ví dụ như vậy trên sân khấu âm nhạc - Charlie Parker, Jimi Hendrix, Sid Vicious, Tupac Shakur - nhưng quan trọng ở chỗ đó là một hình mẫu cũng xưa như chính loài người, và không chỉ riêng đối với các nhạc sĩ cùng với những cá tính đáng ngờ của họ.¹

Giống như Bugs Bunny, Spike Jones và Max Brothers, tất cả những nhà vật lý lý thuyết chính hiệu đều là những kẻ vô chính phủ. Phải

¹ Danh sách các ngôi sao nhạc rock chết trẻ có thể xem tại đây: <http://elvispelvis.com/fullerup.htm>. Các trang web khác về cùng chủ đề này bao gồm <http://www.av1611.org/rockdead.html> và http://www.wikipedia.org/wiki/List_of_artists_who_died_of_drug-related_causes.

mất một thời gian dài tôi mới nhận ra điều này, vì tôi vốn là một người cực kỳ bảo thủ, có một mái ấm gia đình, đóng thuế thu nhập đều đặn, trả lãi thế chấp đúng hạn. Lúc còn là sinh viên tôi cũng học hành siêng năng nên chẳng còn thời gian đâu mà nghĩ đến chính trị hay các trò giải trí - vào những năm đầu thập niên 1970 ở Berkeley thì đó quả là một chiến công. Tuy nhiên, sự chăm chỉ cũng dễ gây ngộ nhân, vì toàn bộ thời gian tôi chui rúc trong thư viện không phải chỉ để làm bài tập, mà còn để làm những cái mà các nhân viên tài chính ở Washington rất ghét và thường gọi một cách chê bai là những "nghiên cứu thóc mách" - những nghiên cứu chóng vánh, ngoài lẽ mà tôi coi là có ý nghĩa. Tình thâm thủy và trừu tượng của vật lý lý thuyết cho phép người ta thoát được cách hành xử như vậy trong khi vẫn có thể ra dáng có trách nhiệm, và đó là lý do vì sao mà ngành này chính là thanh nam châm hút những người có suy nghĩ độc lập. Nhưng tôi không làm sao mà liên hệ được việc này với tình trạng vô chính phủ, cho tới khi tôi được Paul Ginsparg, người sáng lập ra bản tin ở Los Alamos, tạp chí điện tử đầu tiên về khoa học thực sự thành công, chỉ cho.¹ Chúng tôi lúc đó đang nói chuyện về việc tại sao những cơ sở hoạt động tương tự trong các ngành khoa học khác lại ra đời chậm chạp thế. Paul đã gợi ý rằng, hơn ai hết, các nhà vật lý là những người tự hành điện về sự lập dị và tính cách tân của những ý tưởng, mặc dù cũng nhận về mình những rủi ro nghề nghiệp rất cao. Khó thấy được xu hướng này trong các khoa học về sự sống, nơi có một truyền thống lâu đời về sự đồng thuận, có lẽ vì sẽ rất nguy hiểm nếu có ai đó phát biểu điều gì vô trách nhiệm gây hoang mang và gây hại đến sức khỏe con người. Paul cảm thấy rằng sự khác biệt về mặt văn hóa này là rất cơ bản, và những cơ sở

¹ Bản tin Los Alamos ban đầu đặt tại <http://xxx.lanl.gov> sao cho nó xuất hiện trên hàng đầu khi người ta tìm kiếm nó. Sau đó nó được chuyển về Cornell và giờ có địa chỉ là <http://arxiv.org>. Tiểu sử Giáo sư Ginsparg có thể xem tại <http://www.physics.cornell.edu/profpages/Ginsparg.htm>

hoạt động tự do như kiểu của anh rất khó hoặc không cách gì có thể được thành lập ở các ngành khác. Lý lẽ đang được trải nghiệm xem đúng hay sai này của Paul khó mà chứng minh được, vì người ta đang dồn mọi nỗ lực nhằm tạo ra những cơ sở thông tin điện tử đại chúng mới cho ngành y học. Chúng ta sẽ nhanh chóng biết được chúng có thực sự là mới mẻ như cái mà Paul lập ra hay không, hay chỉ là những phiên bản có tốc độ cao hơn của các tờ báo thông thường.¹ Dù sao về mặt văn hóa cũng phải công nhận rằng các nhà vật lý đối lập hoàn toàn với các bác sĩ.

Vài năm trước tôi bỗng nhận thấy một việc lạ lùng là những học sinh cực kỳ sáng dạ - chủ yếu là nam, nhưng không phải tất cả - thường bỏ học khi còn học trung học hay trung cấp để trở thành lập trình viên máy tính. Việc xảy ra này khác với việc bỏ học do nghiện hút, bởi vì công việc này mang lại lợi nhuận, phức tạp về mặt toán học, và nằm ngoài khả năng của phần lớn mọi người, kể cả phần lớn các giáo viên dạy toán ở cấp trung học. Dù sao đây cũng là một điều đáng e ngại, nhất là đối với các bậc cha mẹ. Ngay từ khi tôi còn bé đã có chuyện này nhưng gần đây tôi mới để ý nhiều hơn từ khi mấy cậu con trai tôi bước vào độ tuổi nhạy cảm. (Đến giờ thì cũng coi như thoát). Điều làm tôi kinh ngạc là sao nó lại diễn ra trong thời đại tin học, mà lại diễn ra rất thường xuyên. Tôi có biết cụ thể một vài trường hợp, còn lại thì nghe kể là nhiều. Mấy người mà tôi biết rõ đều nom sáng sủa, ngoan ngoãn và thông minh. Có cái gì đó khiến họ thấy dửng dưng - cái gì đó họ không muốn nói ra.

Một trong số đó là bạn thuê cùng nhà khi tôi còn học thạc sĩ ở MIT. Anh ta hẳn là có nhiều kỹ năng tuyệt vời vì hồi đó đã làm việc ở Bolt, Beranek, và Newman với tư cách một nhà thầu cho bên quốc phòng về một hệ thống nhỏ nhỏ gọi là Darpanet - tiền thân của

- Quī Gordon và Betty Moore gần đây cấp khoản kinh phí 9 triệu đô la cho Public Library of Science để lập ra hai tuần báo điện tử đã được đề cập, PLoS Biology và PLoS Medicine Xem <http://www.bioRxiv.org/archive/021003/firstbase.html>.

mạng internet sau này - rồi lại chuyển về làm ở Thung lũng Silicon, nơi mà anh kiếm bộn tiền hơn tôi.¹ Một người khác là con trai một đồng nghiệp. Còn một người khác nữa thì tôi tình cờ biết trong một bữa tiệc nướng ngoài trời ở Los Altos Hills - một kiểu Beverly Hills của giới công nghệ. Tôi có hỏi một thương gia máy tính địa phương là làm sao ông ta kiếm được lập trình viên thì ông bảo là cũng qua giới thiệu miệng thôi. Đúng thế thật, nhân viên giỏi nhất của ông chỉ mới hai mươi tuổi, chẳng có bằng cấp gì, và làm việc cật lực với đồng lương hoành tráng là hai mươi nghìn đô la một năm. Chỉ là lời đồn đại thôi chứ lồi chưa bao giờ kiểm tra xem có đúng không dù hoàn toàn tin là có thật, người ta bảo rằng phân nửa số nhân viên vận hành máy tính ở Trung tâm siêu Máy tính San Diego chưa bao giờ tốt nghiệp đại học - nhưng lại còn xuất sắc hơn rất nhiều so với những người có bằng đại học.

Tôi ngày càng tin rằng những trường hợp không thành công trong học thuật thường thâm chẳng qua rơi vào những người tự do vô chính phủ, những người sớm trượt khỏi hệ thống giáo dục vì bị đẩy đi quá xa trong cuộc ganh đua giành danh hiệu "xuất chúng". Nói cách khác, đó chỉ là một thứ họ hàng khôn ngoan hơn của thói nghiện hút hay của nạn tự tử ở lứa tuổi vị thành niên mà thôi. Tôi thoát được chác cũng vì sinh ra và lớn lên ở một thị trấn nhỏ, nơi sự ganh đua không quá khốc liệt.

Muốn có nghề nghiệp đang hoàng và kinh tế bảo đảm, liệu thuốc an thần nổi tiếng xưa nay là phải chuyên tâm vào thị trường, vào cạnh tranh và vào sự tuân thủ. Mọi bậc cha mẹ tốt đều hiểu điều đó, và chỉ có những ai quá vô trách nhiệm mới tán thành hay khuyến dạy con những điều khác. Tôi cũng không phải là ngoại lệ, và điều nay hẳn được chính các con trai của mình chứng giám một cách chán nản. Nhưng thực tế có lúc uốn nắn bằng quyền làm cha mẹ

¹ Bolt, Beranek and Newman (BBN) là công ty đặt tại Cambridge, Massachusetts, và giành được hợp đồng sơ khởi để xây dựng Darpanet. Xem <http://www.bbn.com>.

cũng không ăn thua và chẳng ai làm gì khác được. Sự thôi thúc phải sống một cuộc sống tự do và sáng tạo là rất mãnh liệt trong mỗi chúng ta, và rồi có một số nhỏ cuối cùng không cưỡng nổi sự thôi thúc ấy dù đã được cảnh báo. Liệu sự thôi thúc ấy có mang đặc tính văn hóa hay có mang tính di truyền hay không thì chẳng thể ngày một ngày hai mà nói được, nhưng có điều chắc chắn nó đúng là cội nguồn đích thực của nghệ thuật, của những khám phá khoa học có giá trị, và là động lực thúc đẩy sự cách tân đặc trưng cho nền văn minh hiện đại. Cha mẹ nhìn con mình đi con đường riêng của nó mà chỉ còn biết vãi bốn phương cho nó được an lành. Tôi cũng cầu nguyện: xin Đức Chúa Cha gửi cậu bé ấy đến cho con.

Chắc hẳn lời cầu xin ấy chẳng mấy khi được đáp trả. Cuộc đời của một người tự do vô chính phủ thật gian truân và chắc chắn là không được khích lệ. Mọi người ai rồi cũng lớn khôn và rồi cũng phải thỏa hiệp, chứ có dẫn vào sự cố chấp bất tuân thủ của tuổi bông bột chỉ khiến cho mọi việc sau này càng rắc rối hơn. Xấu tốt thế nào chưa biết chứ cái cách trường đại học của tôi chỉ chấp nhận loại sinh viên không góc cạnh cũng rất hữu hiệu trong việc tránh được những kẻ thích nổi loạn. Đôi khi cũng có một hai người lọt lưới, trong trường hợp này thì chúng tôi cũng có thể cùng nhau giải quyết một số vấn đề hệ trọng, chỉ cần là không kéo dài.

Người ta có lý khi cho rằng chính thái độ thiết thực của lớp người lớn tuổi mang tính trách nhiệm cao là lý do giải thích cho việc vì sao các khám phá mới thường lại do lớp người trẻ tuổi tiến hành. Không phải vì lớp trẻ thông minh hơn, dù thường là thế, mà vì họ ít bị ràng buộc hơn bởi những lời hứa hẹn. Cốt lõi của vấn đề này đã được một bài báo ngắn của tạp chí *Mad Magazine* nắm bắt qua việc mô tả một chàng hip-pi râu ria xồm xoàm, ruồi bâu quanh người, vừa đi vừa ngêu ngao hát bài của John Greenleaf Whittier do William Gaines bịa lời rất khéo: *Chàng trai đi đất, đôi má râm hồng, chẳng ai ưa, chàng trai đi đất.*

Chẳng có gì đáng ngạc nhiên là có rất nhiều chuyện vui xảy ra với những kẻ vô chính phủ khi họ đã trưởng thành, từ đó đẻ ra những giai thoại nghe vừa buồn cười vừa chua xót. Ví dụ, tôi có một anh bạn thường say sưa bình luận, coi đóng thuế là một nghĩa vụ thiêng liêng của người công dân nhằm hỗ trợ cho những nghiên cứu khoa học có tính đột phá - cho tới khi vợ anh ta mở một công ty về công nghệ và bắt đầu phải nộp thuế. Anh ta thích thêm mắm thêm muối bằng việc kể lại đã nghe lỏm được ở phòng điện thoại công cộng kể bên chuyện người ta ăn trộm bí mật công nghiệp ra sao, khi anh đưa con gái đi ăn sáng ở tiệm bánh ngọt International House tại Sunnyvale - nằm ở trung tâm Thung lũng Silicon: Cái bí quyết mà kim loại ấy giá bao nhiêu cơ? Mười ngàn nghe được đấy. Làm tới đi nhé. Thế còn cái qui trình khuếch tán thì bao nhiêu? Và cứ như thế. Chẳng cần năng khiếu toán học gì lắm cũng nhằm thấy đánh cắp công nghệ rẻ tiền hơn nhiều so với phát minh công nghệ. Rồi một người bạn khác lại chỉ thích công kích các luật sư trước mặt mọi người - cho tới khi bị phát hiện là đang lên theo học trường luật. Một người bạn khác nữa bỏ công xây dựng các phép tính *ab initio* (tiếng Latin nghĩa là *từ đầu*) rất đắt tiền trên máy tính để tính toán sự ăn mòn, vì nhà tài trợ muốn như vậy - dù rằng anh ta biết tổng rằng sự rỉ sét được xúc tác bởi các tạp chất trong môi trường như cacbon và muối, và vì vậy không thể nào tính toán được. Lại một ông bạn khác đang có nguy cơ mất việc tìm cách khắc phục tình thế bằng cách viết một bài về vật lý toán sai bét nhưng rất phức tạp, rậm rối để "giải thích" phản ứng tổng hợp hạt nhân lạnh và cho đăng báo, trông mong vào tình trạng bối rối trong lĩnh vực này hòng che đậy sự dối trá, và đã thành công. Như một bài thi khát khe về lòng dũng cảm của một cá nhân, quá trình trưởng thành dễ đánh trượt người ta hơn nhiều so với những cuộc thi chung khảo về toán giải tích hay những kỳ thi chuyển cấp.

Tôi nhớ rõ môn một ví dụ về phản ứng tổng hợp hạt nhân lạnh,

vì đúng lúc tôi đang ngồi trong phòng làm việc với một chuyên gia vật lý hạt nhân thì một phóng viên gọi điện nhờ anh nhân xét bài báo. Lần đó tôi xuýt vỡ tim vì cả hai chúng tôi ôm bụng cười ngặt nghẽo khi đọc từng trang giấy chậm chậm tuồn ra từ máy fax. Nhưng cũng giống như câu chuyện về Elvis, sự kiện này thực ra không hề hay hóm gì.

Từ góc nhìn tinh táo của một ngành kỹ nghệ, chẳng có gì là bí hiểm về sự tổng hợp hạt nhân (thường gọi là phản ứng nhiệt hạch) cả.¹ Sức cảm dỗ và do đó cả tiềm năng kinh tế của nó nằm ở chỗ nó là nguồn năng lượng của mặt trời và có khả năng là một nguồn năng lượng vô cùng sạch mà một ngày nào đó sẽ giải phóng ta khỏi sự phụ thuộc vào các quốc gia Cận Đông luôn trong tình trạng bất ổn. Nhưng về cơ bản nó cũng chỉ là một phiên bản cao cấp hơn của lửa - một phản ứng trong đó các hạt nhân hydro kết hợp với nhau để tạo thành một hạt nhân heli, giống như phản ứng của ôxi với cacbon để giải phóng nhiệt và tạo thành điôxit cacbon. Quá trình nhiệt hạch thường xảy ra trong những môi trường có nhiệt độ cao khủng khiếp, như trong lòng mặt trời, chứ không thể diễn ra ở các môi trường lạnh, vì lực đẩy giữa các hạt nhân hydro rất mạnh nên phải có những vận tốc va chạm rất lớn mới tiến sát được tới nhau để tạo phản ứng tổng hợp hạt nhân. Trên thực tế, việc mời cho phản ứng xảy ra - một phản ứng dây chuyền - là một việc hết sức khó khăn về mặt kỹ thuật nếu không muốn tan tành xác pháo, vì cần đến những nhiệt độ rất cao và khi phản ứng xảy ra sẽ có một lượng năng lượng khổng lồ được giải phóng. Nhưng điều này không phải là bất khả nên đó vẫn là một mục tiêu chấp nhận được về mặt kỹ thuật mà các công trình nghiên cứu công nghệ hiện đại đang hướng tới.

Năm 1989, hai nhà hóa học Stanley Pons và Martin Fleischman đã công bố trong một buổi họp báo về việc phát hiện ra lượng nhiệt

¹ Nhập môn kỹ nghệ nòng chày, xem A.A. Harms et al., *Principles of Fusion Energy* (Nxb Wiley, New York, 2000)

đư thừa được giải phóng trong một tế bào điện hóa - nhiệt mà họ tin là chỉ có thể giải thích bằng cái họ gọi là "sự tổng hợp hạt nhân lạnh".¹ Xét về mặt cơ lượng tử thì lời tuyên bố này chẳng có nghĩa lý gì. Các mức năng lượng thông thường của hóa học không đủ gây xúc tác cho phản ứng hạt nhân. Nhưng hóa ra khá nhiều người không tin vào cơ học lượng tử, và sẵn sàng bóp méo những tính chất phức hợp của nó để phục vụ cho những mục đích của mình, hoặc đơn giản coi những người thực hành nó như những nghệ sĩ và bỏ ngoài tai những tiếng gọi thuộc về lý tính của những con người này. Cơ quan lập pháp bang Utah đã chi ra năm triệu đô-la cho nghiên cứu phản ứng sự tổng hợp hạt nhân lạnh và thế là hàng loạt những hoạt động tương tự diễn ra trên khắp thế giới, mà tác giả John Huizenga đã ước tính là tiêu tốn từ 50 đến 100 triệu đô-la tiền thuế của nhân dân.

Một khía cạnh khác không hay ho gì nhưng rất quan trọng của hiện tượng sự tổng hợp hạt nhân lạnh - giống với trường hợp của Elvis đến kỳ lạ - là tính bất tử. Quay trở lại năm 1997, tôi đang lái xe đến công sở và tình cờ dò đúng chương trình *Khoa học Thứ sáu* trên kênh National Public Radio do Ira Flatow dẫn. Chủ đề hôm đó là sự tổng hợp hạt nhân lạnh,² còn khách mời là T. Kenneth Fowler, một kỹ sư hạt nhân được nể đến từ Berkely và Eugene Mallove, chủ biên tờ *Infinite Energy*.⁴ Nửa đầu chương trình, Ira gọi cho Fowler

¹ Nóng chảy lạnh được công bố bởi Stanley Pons và Martin Fleischmann trong cuộc họp báo tháng 3 1989. Tiếp đó họ nhận 5 triệu đô la tiền nghiên cứu từ Nghị viện bang Utah, 500 ngàn trong số đó là những nguồn tài trợ từ các cá nhân giấu tên. Về sau người ta biết rằng số tiền thêm vào đó thực tế là từ quỹ nghiên cứu của chính trường đại học Utah. Trước đó, Fleischmann đã phát hiện ra một hiệu ứng gọi là hiệu ứng gia tăng bề mặt Raman, là một hiệu ứng có thực và có ý nghĩa về mặt chuyên môn. Xem M. Fleischmann, P.J. Hendra, và A.J. McQuillan, *Chem. Phys. Lett.* 26, 163 (1974)

² Xem J.R. Huizenga, *Cold Fusion: The Scientific Fiasco of the Century* (Nxb Oxford University Press, London, 1994).

³ Xem http://sciencefriday.com/pages/1997/Apr/hour_1_041197.htm. Buổi phát thanh của NPR Science Friday do Ira Flatow dẫn diễn ra ngày 11 tháng 4 1997.

⁴ Xem <http://www.infinite-energy.com>.

đưa ra một loạt những phát biểu có trách nhiệm về mặt khoa học và hàn lâm cho rằng không ai nói được chính xác sự sự tổng hợp hạt nhân lạnh là đúng hay sai, nhưng nó không hề nhất quán với những định luật của vật lý hạt nhân như ta vẫn biết và cũng không có được những bằng chứng thực nghiệm đích thực. Mọi người đã rất cố gắng tránh dùng từ *lừa đảo*. Nhưng đến đoạn sau thì Mallove không nhìn được, và bài diễn thuyết của ông rất gây ấn tượng. Để khỏi dài dòng, ở đây tôi chỉ xin được diễn ý và cũng xin cáo lỗi trước là vì phải tóm tắt cho gọn nên không diễn tả được hết những nét thâm thúy của bài nói. Mallove nói rằng sự sự tổng hợp hạt nhân lạnh là có, rằng đâu đâu cũng thấy có bằng chứng thực nghiệm chứng tỏ nó có, rằng các nguồn tài trợ tư nhân đã được mang ra sử dụng để khiến người ta có thêm nhiều quyền hành, rằng các học giả đã không thành công trong việc khiến hiện tượng sự tổng hợp hạt nhân lạnh trở nên hữu dụng, nhưng dù thế nào đi chăng nữa thì cũng đã hưởng lợi lớn từ công quỹ vô cùng nhiều, rằng họ không khác gì những ông hoàng ngồi chễm chệ hưởng phúc lợi xã hội, và rằng việc họ đổ xô vào hiện tượng sự tổng hợp hạt nhân lạnh chỉ đơn giản là một chiến dịch nhằm bóp chết cạnh tranh và bảo vệ cái ghế của họ. Ông cứ thế tuôn ra trong vòng nửa tiếng đồng hồ, và việc Ira không ngăn ông lại được hoặc có vẻ ừ ào vuốt đuôi khiến tôi có cảm giác là anh ta cũng ngầm đồng ý với ông.

Những tình tiết như vậy cho thấy rằng khoa học cao giá thường không mang tính khoa học. Trong những tình huống mà tài chính có liên quan đến một lượng tiền lớn, việc có đứng đắn hay không không quan trọng bằng việc có thuyết phục hay không và có hợp lý về mặt kinh doanh hay không. Đó là một trong những lý do khiến rất khó tạo dựng một cuộc sống với tư cách một lý thuyết gia chuyên nghiệp. Trong những hoàn cảnh như vậy, chẳng những sự đứng đắn phản ánh tình phù phiếm mà có khi còn bị bôi tro trát trấu. Nguyên nhân đằng sau tất nhiên là kinh tế. Một trong những cái giá phải trả

của những ai cống hiến đời mình cho công cuộc khám phá cơ bản là chấp nhận cơ mình vào cái hóc kinh tế xã hội của một anh công nhân cổ xanh. Công việc của một công nhân cổ xanh thì chẳng có gì sai quấy, nhưng nó có nghĩa là người ta bị loại khỏi những cuộc họp hoạch định chính sách quan trọng, trong đó những người thấu hiểu về tiền bạc thường quyết định cái gì là "đúng", cái gì là "sai", bằng cách luôn cố ý coi nhẹ những gì không đáng bày trong các sạp hàng. Những bức xúc như vậy tất nhiên là đi đôi với quyền lợi nên rồi cũng phải học cách tặc lưỡi bỏ qua. Nhưng phần đông các nhà khoa học chuyên nghiệp đều biết rõ rằng bản chất phi khoa học của thứ khoa học đất giá chính là một hiệu ứng quản lý, một cái gì đó khó chịu và đôi lúc vô luân nhưng lại rất cơ bản đối với đời sống.

Vị thế của một hoạt động được quản lý đã khiến khoa học đích thực chịu thiệt thòi về mặt kinh tế một cách đáng kể. Đối với bộ môn vật lý học, gần đây chúng ta đã phải cam chịu nhiều hy sinh mất mát, vì vũ khí hạt nhân thì đã mờ dần vào quá khứ, phần cứng điện tử đã di dời sang các nước Viễn Đông, phần mềm sang định cư ở Ấn Độ, còn danh mục vốn đầu tư thì hướng dần sang nền công nghiệp được phẩm và y tế. Đi đôi với những dịch chuyển như vậy là sự tái thích nghi cực nhọc - một cách nói trại đi của tình trạng thất nghiệp - đối với nhiều người, và đời sống chuyên môn có thể trở nên như nhớp, khôn đốn và ngán ngùi. Nhưng vẫn còn một lực lượng nòng cốt những người kiên cường hứng chịu những bất công ấy, vì họ hiểu rằng công cuộc khám phá cơ bản vẫn khả dĩ và có ý nghĩa - và là cái không ai quản lý được. Ý niệm cho rằng có thể quản lý được nó chính là một phản lý thuyết, chẳng hạn như những ý niệm cho rằng chẳng còn bao nhiêu thứ để khám phá hoặc cho rằng nền kinh tế rồi sẽ nâng đỡ các khám phá bằng một phép màu. Những bước đột phá có tính then chốt trong khoa học sẽ luôn được thực hiện bởi những con người chính trực, tự chọn đường đi nước bước riêng của mình, coi thường quyền lực, và trả một cái giá khắc nghiệt cho hành động của mình.

Ý nghĩa của sức mạnh cá nhân trong đời sống chuyên môn tất nhiên không chỉ áp dụng cho các nhà khoa học mà là cho tất cả mọi người. Trên một chuyến bay từ New York đến San Francisco, tôi đã bắt chuyện với một hành khách ngồi cạnh và thấy chuyện anh kể rất thú vị. Anh người Lithuania gốc, hiện sống ở Pennsylvania và đang trên đường cùng cậu con trai đi câu cá hồi ở Alaska. Khi mới tới Mỹ, anh nói, anh nhận được việc làm ở một xưởng chế tạo động cơ điện. Vốn quan tâm đến các loại động cơ điện, nên tôi có hỏi anh vài vấn đề về chuyên môn và rất ngạc nhiên phát hiện thấy rằng anh ta biết *tất cả mọi thứ* về động cơ điện: các đặc trưng xoắn, rô-to hay hổng hóc kiểu gì, cân chỉnh ra sao cho đúng, đặc trưng tiêu thụ điện năng, loại dây điện nào nên dùng, nhiệt thoát ra từ cu-xi-nê - hỏi gì cũng biết. Sau một giờ trò chuyện lý thú, tôi hoàn toàn bị chinh phục và đùa thầm với mình rằng có lẽ tôi nên làm sinh viên của anh để học tất cả những gì có thể về động cơ điện. Nhưng cách đây nhiều năm, anh nói, có tin từ trên nói rằng xưởng sẽ phải đóng cửa và chuyển sang Chile. Việc của anh thế là đi tong. Tôi hoang mang hỏi xem anh đã làm gì từ đó tới nay. Anh nói anh kiếm được một việc trong nhà máy thép. Tôi hỏi thế thì anh làm văn thư chạy giấy tờ à, anh trả lời là không, anh sản xuất thép hẳn hoi. Tôi cũng có quan tâm đến thép nên tôi hỏi anh vài vấn đề chuyên môn và rất ngạc nhiên là lại phát hiện thấy rằng anh ta cũng biết *tất cả mọi thứ* về thép: các mau nhiệt độ nghĩa là thế nào, các tạp chất là cái gì và do đặc chúng ra sao, tôi thép và làm nguội phối thế nào thì hợp lý, làm thế nào để tránh bị tai nạn - hỏi gì cũng biết. Sau một giờ trò chuyện đầy thú vị nữa, tôi lại bị chinh phục, và quyết tâm trở thành sinh viên của anh, để học tất cả những gì có thể về thép. Nhưng chỉ vài năm trước, anh nói, nhà máy lại phải đóng cửa, và lần này còn tệ hơn nữa, vì nhà máy bị lở chống vó và cuốn hết cả qui lương hưu. Tôi hoang mang hỏi xem anh đã làm gì từ đó tới nay. Anh trả lời là cho tới lúc đó thì anh và vợ anh cùng đã tần tảo đủ tiền để mua lại

một cửa hiệu bơ sữa, và họ điều hành nó suôn sẻ cho tới giờ. Tôi cũng thích bơ sữa, nên lại hỏi anh mấy vấn đề kỹ thuật về bơ sữa, và không có gì ngạc nhiên là lần này tôi cũng lại quyết tâm theo anh học nghề bơ sữa, cho tới lúc máy bay hạ cánh và thời gian trò chuyện của chúng tôi kết thúc. Suốt đoạn đường về nhà tôi cứ ngẫm mãi về cuộc trò chuyện: ba lần liền, thế giới của anh chàng này sụp đổ, và ít nhất hai lần liền kiến thức chuyên môn ưu tú của anh bị vứt bỏ, vì sự dịch chuyển của kinh tế. Cứ mỗi bận như thế anh lại tự mình đứng dậy, vớt lại sau lưng những gì mà anh ấy đã đổ thời gian và tiền của để tiến lên, và thành công. Cuối cùng, anh ta thành thoi đi câu cá ở một nơi tuyệt vời. Tôi tin rằng tất cả chúng ta ai cũng hẳn muốn được như anh ấy.

Tôi thích kể chuyện này vì nó là một bài học về tinh thần trước một sự thật đáng tiếc nhưng mãi mãi tồn tại, đó là, những người thông minh, được đào tạo đến nơi đến chốn thường nhanh chóng mệt mỏi với sự hy sinh để rồi cuối cùng tìm sang những hướng đi khác. Cái khoảnh khắc mà họ làm việc đó lúc nào cũng đáng lưu tâm, vì nó để lộ họ thực sự là người như thế nào. Thịnh thoảng người ta có được một sự bất ngờ cảm động, như anh bạn bán sữa người Lithuania, nhưng những lúc khác thì người ta lại gặp được một cái gì đó giống như anh làm nghề bán xe ô tô dùng rồi luôn móc ngoặc với cửa hàng bán đồ phụ tùng chôm chĩa. Lên án lối sống tư lợi là một việc làm hơi quá khích và rất trẻ con, vì một phần đáng kể của việc doanh thương đích thực mà cuộc mưu sinh của tất cả chúng ta đều dựa vào đó chỉ là chơi trò chơi và sự lừa dối. Nguyên lý này được áp dụng một cách rộng rãi. Những mầm cỏ non nhú ra vào mùa xuân mà đến tận cuối hè vẫn không thành được có gai và cỏ đuôi cáo thì sẽ không tiếp tục sống nổi. Những chú mèo con dễ thương nếu không trưởng thành để trở thành những sát thủ thiện nghệ sẽ chết đói sớm. Phần nào, tôi quan sát thấy cuộc sống có hai lối sống khác hẳn nhau về mặt kỹ năng, một lối sống khổ hạnh và

hợp với khoa học, còn lối kia thì không. Hai lối sống này cùng có chung một sự thiếu quan tâm kỹ lưỡng đến những quy tắc nhằm kiềm chế ảo tưởng, khiến mọi người hay nhầm lối sống này với lối sống kia. Nhưng trong trường hợp người sống khổ hạnh, những quy tắc không được quan tâm thường nghiêng về mặt trí tuệ, còn những quy tắc không được quan tâm mà nhà-khoa-học-bán-hàng gạt bỏ thường nghiêng về mặt đạo lý. Ở cả hai địa hạt này đều có những người nhìn xa trông rộng, và có một số kiềm chế được cả hai khuynh hướng thiên lệch. Tuy nhiên, đối với hầu hết chúng ta thì sự lựa chọn giữa hai lối sống nói trên là một quyết định khó khăn và hệ trọng của cuộc sinh tồn.

Sự tương phản giữa nhà khổ hạnh với nhà-khoa-học-bán-hàng được khắc họa trong cuốn sách *Những chiến binh trong cuộc chiến giữa các vì sao* (*Star Warriors*)¹ của William Broad, xuất bản năm 1986, là câu chuyện về chương trình vũ khí hạt nhân liên quan đến tia X và tia laser ở Livermore. Được các phái đối lập cười cợt gán cho cái tên “Chiến tranh giữa các vì sao”, dự án này giải quyết những vấn đề kỹ thuật hết sức hấp dẫn - sử dụng những nguyên lý của laser để tập trung năng lượng khổng lồ của một vụ nổ hạt nhân vào một chùm tia X hẹp. Điều khiến cuốn sách này đáng nhớ tuy nhiên lại không phải khía cạnh công nghệ mà là chân dung của những nhân cách và quá trình tư duy diễn ra đằng sau một dự án công nghệ táo bạo, đầy mạo hiểm. Những cái đó đúng với cả các nhà khoa học lẫn các quan chức chính phủ muốn thúc đẩy chương trình này. Tôi trực tiếp quen biết nhiều người trong số này, vì đúng vào thời gian đó tôi đang làm việc ở Livermore, mặc dù chỉ làm việc trong một nhóm làm mô hình nhỏ không liên quan nhiều đến những hoạt động chính. Sự phát triển nhanh chóng của quá trình loại bỏ quy tắc theo

¹ W.J. Broad, *Star Warriors* (Nxb Simon and Schuster, New York, 1986); *ibid.*, *Teller's War: The Secret Story Behind the Star Wars Deception* (Nxb Simon and Schuster, New York, 1992). Xem thêm C.E. Bennett “The Rush to Deploy SDI”, ấn bản tháng 4/1988 của tờ *Atlantic Monthly*, http://www.theatlantic.com/issues/88apr/bennett_p2.htm.

cả hai kiểu đều đã được mô tả một cách chính xác trong cuốn sách này đúng như những gì đã xảy ra.

Tuy nhiên, sự vắng bóng của thái độ phi đạo lý là một khía cạnh rất không chính xác của cuốn sách. Tôi vẫn nhớ rõ những người mới tham gia vào việc như chúng tôi thường bàn ra tán vào như thế nào về những nguyên lý vật lý có liên quan, về việc liệu những mục tiêu đề ra có khả thi hay không (phần lớn chúng tôi cho rằng không khả thi), và về việc ai đang thực sự tìm cách qua mặt ai vì tiền. Chúng tôi cũng chẳng lấy làm lạ lắm khi chương trình rơi tõm từ cực điểm của nó với 100 triệu đô-la tiền đầu tư dưới thời Reagan xuống còn con số không khi những hứa hẹn mà chương trình đưa ra không được hiện thực hóa. Tuy nhiên, đến cuối cùng chúng tôi mới ngã ngựa người ra: Chúng tôi nhận được những tin vui cho biết rằng chính chương trình này đã quật ngã Liên bang Xô viết. Đúng thế thật. Họ nói với chúng tôi rằng chúng tôi đã lừa được người Liên Xô một vó về mặt công nghệ khiến cho họ phá sản.

Thái độ phi đạo lý của tôi sau này mới được bộc lộ rõ ra khi tôi được biết rằng chính tôi đã *sống nhờ* vào chương trình này. Tôi thiết nghĩ giá như biết trước thì tôi có lẽ đã không tham gia, nhưng thật khó để đình đoạt. Tôi còn con nhỏ ở nhà và không thể thất nghiệp dù chỉ một phút.

Tất nhiên, những yêu sách cường điệu đã được đưa ra một cách có cân nhắc, vì những khách hàng - trong trường hợp này là chính quyền Reagan - muốn có một hệ phòng thủ chống tên lửa đặt trong không gian và sẵn sàng hỗ trợ khoa học như một công cụ để phục vụ mục đích này chứ không vì mục đích nào khác. Trong làm ăn và trong chính trường, cũng như trong hầu hết mọi việc, khách hàng luôn đúng, nhất là khi dính dáng đến những khoản tiền cực lớn.

Chương trình laser tia X là một bài học kinh nghiệm cho thấy vì sao thỉnh thoảng cứ buộc phải có những tiến bộ khoa học đáng kể. Trong khi vũ khí laser đã không hoạt động thành công thì việc tạo

các vụ nổ bằng laser tia X lại thành công và hiện đang được sử dụng hàng ngày trong việc chặn đứng sự tổng hợp hạt nhân bằng laser. Sự tổng hợp hạt nhân bằng laser - tức là tạo ra một môi trường để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra bằng cách tập trung các nguồn laser khổng lồ vào một khối lượng nhiên liệu cực nhỏ - lại cũng không thành công như người ta dự định ban đầu, do đã đưa ra những giả thiết qua lạc quan về sự hồi tụ nổ, nhưng công trình nghiên cứu này đã tạo ra được những khoản đầu tư ban đầu để rồi hôm nay dẫn đến những thiết kế mới, cẩn trọng hơn, và sẽ thành công - theo tôi nghĩ.¹ Liệu tất cả những khoản tài chính vô nghĩa ấy có được người ta quên đi hay không khi sự tổng hợp hạt nhân bằng laser của một khối nhiên liệu tí hon xuất hiện vào một ngày kia thì còn phải chờ xem, nhưng thế giới chắc chắn sẽ phải kinh ngạc sững sờ, và tôi ngờ rằng, sẽ thay đổi đến tận gốc rễ.

Khả năng tìm được và khai thác những chiến lược gián tiếp kiểu đó là một đặc trưng cơ bản của loại nhà thầu mà tôi từng được biết. Những người này cũng có xu hướng tỏ ra tự hào về những thành công xuất phát từ những hành vi thiếu lương tâm, họ cho rằng không đập vỡ bình thì làm sao đánh được chuột. Tôi không biết được mỗi người trong số họ đã đập vỡ bao nhiêu cái bình, nhưng tôi đồ rằng rất nhiều. Có lần tán chuyện với một anh thợ kỹ thuật đang lắp đặt một khoang găng an toàn (ở một viện nghiên cứu mà tôi không muốn nêu tên), tôi tình cờ nói là có quen biết một chủ doanh nghiệp nổi tiếng trong vùng rất biết nhìn xa trông rộng tên là X. Anh thợ tròn mắt và thì thào với tôi về chuyện có lần một viên tướng gọi điện nói sẽ bắt chọt đến thăm vào ngày hôm sau, thế là X hạ lệnh cho một lô phụ tá của mình làm việc cả đêm để sơn đen hết các hộp các tông giả làm may tinh mà ông ta hứa nhưng chưa làm.

Câu chuyện trên không chỉ khiến người nghe lắc đầu cười, mà nó

¹ Xem <http://www.nrdc.org/nuclear/nif2/findings.asp>. The National Ignition Facility ở Livermore bị Natural Resource Defence Council chống đối quyết liệt.

còn khiến những nhà khoa học *thực thụ* rùng mình ớn lạnh, bởi họ luôn bị dấn vấp ghé gớm khi buộc phải thỏa hiệp làm điều sai quấy về mặt đạo đức trong công việc của mình. Tôi không muốn nói đến những thỏa hiệp sai quấy về đạo đức trong vấn đề vũ khí hạt nhân. Sự liên lụy tới những loại vũ khí này là một phần của truyền thống mà thông qua đó họ được bảo đảm an toàn về mặt dân sự, và do đó tôi cảm thấy không bị áp lực của một thỏa hiệp nào trong công việc. Tôi chỉ muốn nói đến sự cần thiết phải khước từ để kiếm tiền cho nghiên cứu mà thôi. Khoa học đích thực, ngược với hình ảnh mang màu sắc thâu khoán của nó, có một cấm kỵ nghiêm ngặt đối với việc nói dối. Chúng ta cần có sự cấm kỵ đó để bảo vệ chống lại sự phung phí những nguồn lực khan hiếm và quý giá - chẳng hạn như chính bản thân cuộc sống của mình - vào những chỉ dẫn sai lầm. Vì thế, khi Jan Hendrick Schön gần đây bị bắt quả tang làm giả một loạt các thí nghiệm bán dẫn quan trọng ở Bell Labs, người ta đã nhất trí coi đó là một trong những hành động phản bội bị ỏi nhất, dẫn đến hàng loạt người phải vì đầu bứt tóc, bi sa thải, đổ vỡ sự nghiệp.¹

Vì đó là một phần căn bản trong đời sống chúng ta, nên tác động mang tính thị trường của những nhu cầu công nghệ lên hoạt động khoa học luôn tạo ra và lặp đi lặp lại những câu đố hóc búa về đạo đức, và do đó là một nguồn vô tận sản sinh ra những câu chuyện khôi hài đau lòng. Thay thế cho laser tia X với tư cách là chiến lược phòng thủ sử dụng tên lửa đặt trong không gian là chương trình *Sỏi Tài hoa* [*Brilliant Pebbles*] trị giá 50 triệu đô la - một phiên bản vượt trội của chương trình Dã Thông minh [*Smart Rocks*].² Ý

¹ Người ta đã viết rất nhiều về vụ của Schön. Xem K. Chang, "Panel Says Bell Labs Scientist Faked Discoveries", *New York Times* 26 tháng 9/2002. Tuyên bố nhận tội chính thức của Lucent có thể xem trên trang http://www.lucnet.com/news_events/researchreview.html Xem thêm R.B. Laughlin, *Physics Today*, tháng 12/2002, trang 10, và nguồn dẫn trong bài.

² Xem bài báo của Ian Hoffman trong tờ *Oakland Tribune* 10 tháng 9/2002, in lại tại <http://www.highfrontier.org/OaklandTribune.9-10-02.htm>. Xem thêm <http://www.periscope1.com>.

tướng cơ bản của Sói Tài hoa là triển khai 4600 vệ tinh đánh chặn nhỏ trên quỹ đạo, có khả năng tự điều khiển và phá hủy những đầu nổ của hỏa tiễn đối phương mà không cần phải điều khiển chúng từ mặt đất. Tôi không đủ trình độ chuyên môn về mặt kỹ thuật hay về mặt quân sự để biết liệu Sói Tài hoa có phải là một ý tưởng hay ho hay không, nhưng tôi luôn gặp rắc rối với những thiết bị điện tử điều khiển và ngắm, vốn không dễ có độ tin cậy cao. Tuy nhiên, tôi chắc rằng nhu cầu khổng lồ về tên lửa phòng thủ đã (và đang) là một động lực kinh tế lớn khiến cho ít nhất một số yêu sách về việc này là những yêu sách giả.

Trong lúc chương trình *Sói Tài hoa* đang được tiến hành một cách nghiêm chỉnh vào những năm 1980 thì tôi đã được chuyển về làm việc ở khoa vật lý trường đại học Stanford và rất bận rộn với công việc của khoa, trong đó có việc làm chủ tịch hội đồng thi kiểm tra chất lượng. Như thường lệ với hội đồng này, kỳ thi diễn ra vào giữa hè nên chẳng ai khác chịu nộp đề thi, và tôi cứ phải cẩn thận với mọi người để làm cho xong. Vốn có tiếng hách, tôi cho là chẳng đáng tốn thời gian vàng ngọc của mình để kéo nài mấy vị này, nên quyết định tự ra đề thi lấy. Kỳ thi đó sau trở thành một huyền thoại truyền miệng trong sinh viên, vì bài thi khó kinh khủng mà lại đầy lỗi - đúng là một công trình tôi tẽ hết chỗ nói - nhưng có cái may là từ đó trở đi tôi thoát được cái hội đồng khó chịu ấy. Một trong những câu hỏi thuộc phần vật lý đại cương được đặt ra để kiểm tra kỹ năng của sinh viên trong việc áp dụng những nguyên lý trừu tượng mà anh hoặc chị ta học ở trường vào những bài toán thực tiễn, chẳng hạn như một vấn đề có thể vấp phải ở nhà. Đề thi năm trước đó là tính thời gian để nấu chín một nồi thịt om. Tôi cứ xoay sở mãi với với bài toán này để cố tìm lấy một vài tình huống thường ngày hay ho hơn là nồi thịt om nhưng không thành công. Càng nghĩ về nồi thịt om lại càng buồn cười nhưng cố thể nào cũng không gọt nó ra

com/demo/weapons:imisrock/antiball/w0003565.html. Brilliant Pebbles được Lowell Wood và Gregory Canavan đưa ra năm 1986.

khởi đầu được. Cuối cùng tôi ra một đề thi có tên là *Nồi Thịt Om Tàu Hoa*. Cơ sở lập luận của bài toán này là, chính phủ Mỹ dự kiến một Chiến lược Phòng thủ Chủ động, đưa lên không gian hàng ngàn nồi thịt om có gắn các động cơ tên lửa tít hon, có thể được kích hoạt bất kỳ thời điểm nào để đổ ập chỗ thịt om xuống thẳng các con tàu vũ trụ của Nga đang chuẩn bị quay trở về bầu khí quyển. Câu hỏi đặt ra là, điều gì sẽ xảy ra, nếu bạn va vào một nồi thịt om đang chuyển động với vận tốc sáu mươi nghìn cây số một giờ?

Sau kỳ thi, người ta không còn chuyện gì khác để nói ngoài chuyện nồi thịt om. Sự phi lý của bài toán biến thành một lời bình luận trên báo về sự phi lý của chính việc tổ chức thi kiểm tra chất lượng, điều mà tôi thầm mong, và đã góp chút không khí vui vẻ cho hai ngày thi đầy lo âu. Tất nhiên là chẳng ai giải được bài toán này. Đó là một bài toán về sóng xung kích, điều mà chúng ta thường chỉ dạy cho sinh viên khi họ gần tốt nghiệp.¹ Ở những vận tốc này, mọi thứ - nồi thịt om, đất đá, sắt thép - mất hết sạch sức công phá và biến thành những bong bóng nước, sau đó bắn tung tóe dưới tác động của các sóng xung kích truyền qua chúng xuất phát từ những mặt phẳng tiếp xúc và bật đi bật lại ở bên trong với những tần suất điên cuồng. Một số sinh viên người Nga mà năm đó chúng tôi cho nhập học rất nhiều đã đến gần được với lời giải, có lẽ vì trước đó họ đã được làm quen với công nghệ quân sự, nhưng không ai thực sự tìm ra lời giải đúng. Một số sinh viên phàn nàn với tôi là tôi đã viết sai phương trình tên lửa, và đúng thế thực, một số khác thắc mắc hỏi tôi nồi thịt om là cái gì.² Tôi nói đó là một miếng thịt và giơ bàn tay

¹ Một quyển sách kinh điển về sóng xung kích của Ya.B. Zeldovich là *Physics of Shock Waves and High Temperature Hydrodynamic Phenomena* (Nxb Academic Press, Burlington, MA, 1967). Xem thêm Ya.B. Zeldovich et al., *Star and Relativity* (Nxb Dover, Mineola, NY, 1997).

² Quyển sách tốt nhất về tên lửa là quyển sách của R.H. Goddard, *Rockets* (Nxb Dover, Mineola, NY, 2002). Xem thêm G.P. Sutton và O. Bilarz, *Rocket Propulsion Elements* (Nxb Interscience, New York, 2000).

bảo nó bằng thể này này. Sau này tôi nghe nói có một sinh viên đã trốn khỏi thời gian để ước tính khối lượng của nó, và đã đâm chieu nhưn một người ban đồng khóa bước ra khỏi phòng thì tay cầm bảng tính thay vì giá như cầm từ điển.

Tôi không lẫn tránh trách nhiệm được bao lâu với cái trò bịp này. Đám sinh viên đã ngồi lại với nhau viết một vở hài kịch dựa theo phim *Vụ Án mạng của Thần Chết* của đạo diễn Neil Simon, rồi họ biểu diễn nó trong buổi tiệc mừng Giáng Sinh do khoa tổ chức năm đó.¹ Câu chuyện là, ông già Noel bị bắt cóc khiến trẻ em khắp mọi nơi hoảng loạn, còn các thám tử tài ba nhất thế giới thì tập trung lại điều tra vụ án. Quần áo xúng xính, họ điếu đi điếu lại trong phòng, tranh cãi xem ai là thám tử tài ba nhất của mọi thời đại và ai đưa ra giả thuyết đúng nhất về vụ án - cuối cùng họ dồn về phía bàn của tôi, và buộc tội tôi đã trấn lột cai xe kéo của ông già Noel để dùng làm bệ phóng cho hệ thống chống tên lửa mang tên nôi thịt om tai hoa của mình. Tôi đã lưỡng lự nên chui ngay xuống gầm bàn chậm rãi lấy ra một miếng thịt còn đỏ hồng giầu sẵn ở đó. "Được thôi, không ai được cử động", tôi nói. "Miếng thịt đã sẵn sàng chiến đấu, tôi sẽ không ngán gì đâu".

Số kiếp buộc con người luôn phải khổ sở với những hạn chế và sự hèn yếu về tinh thần, để lại những hệ quả đáng buồn đầy ngập quanh ta, nhiều không đếm xuể, nhưng con người lại cũng được trời ban cho một bản năng không thể thể kim nên đối với niềm lạc quan tuôn trào ra ở những thời điểm bất chợt, nhất là khi người ta còn trẻ. Sẽ luôn có những nhà khoa học - những nhà khoa học chân chính - vì một lý do đơn giản là lúc nào cũng đều có sự xuất hiện nhỏ giọt của những kẻ vô chính phủ, sinh ra từ các gia đình khả kính và đầy trách nhiệm, vốn hết mình ngăn ngừa kết quả đó và chỉ muốn để ra toàn những chủ nhà băng, những bác sĩ, những

¹ Nguyên bản vở kịch ngắn trừ danh của Robin Erbacher có thể xem trên trang http://www.stanford.edu/dept/physics/Lighter_Side/Skit.

huấn luyện viên bóng đá. Và khi những người lớn tuổi hơn bị sự nghiệt ngã của đời sống thực tế làm cho thui chột, thì những người mới lại sẽ xuất hiện thế chỗ của họ giống như những mầm cỏ xuân, trong một vòng luân hồi đầy sáng tạo, siêu vượt mọi thể hệ và dài lâu hơn cả lịch sử.

Có một câu chuyện hay vô cùng trong bộ truyện truyền kỳ có tên *Biên niên sử Hỏa tinh* của Ray Bradbury, mà tôi thỉnh thoảng lại nghĩ đến, vì nó nắm bắt được một cách tuyệt vời nghị lực khám phá bẩm sinh.¹ Câu chuyện diễn ra trong một tương lai viễn tưởng khi Hỏa tinh có người đến định cư, và những người mới đến này thấy tò mò về nền văn minh cổ xưa đã tàn lụi, nền văn minh đã dựng nên những đô thị gần đó, nay đã hoang tàn đổ nát, và việc những người Hỏa tinh đã đi đâu mất hết. Một sáng nọ, một ông bố nói khẽ với bà vợ và hai đứa con rằng cuối cùng ông đã tìm thấy vài người Hỏa tinh, và hôm nay họ sẽ đi gặp những người ấy. Ông bố đưa gia đình lên xe và lái đi rất xa, sâu vào vùng hoang mạc đến một thành phố chết của người Hỏa tinh. Trong sự tĩnh lặng ghê rợn thỉnh thoảng bị chính tiếng vọng của những bước chân của họ phá vỡ, người bố dẫn cả nhà đến bên một đài phun nước cổ và bảo họ nhìn xuống. Người Hỏa tinh ở dưới đó đây, ông bảo. Họ nhìn xuống chẳng thấy ai lạ mà chỉ thấy bóng mình.

Ngày nay, nhìn chòng chọc xuống bất kỳ một đài phun nước nào, bạn đâu có thấy một người Hỏa tinh nào đang chăm chăm nhìn lại bạn, mà chỉ nhìn thấy một Chiến binh trong cuộc chiến giữa các vì sao cổ xưa đã chết từ lâu lắm rồi, một hình bóng ma quái của chính bạn đang đồng thời sống trong tương lai và trong cả quá khứ. Cũng như trong câu chuyện của Bradbury, bạn có thể quay về nhà và yên tâm nhủ lòng rằng đích thị họ đã xây dựng nên những thành phố vĩ đại đó, và bạn đã nhìn thấy họ.

¹ R. Bradbury, *The Martian Chronicles* (Nhà William Morrow, New York, 1997).

Bữa ăn ngoài trời

Con người phải biết làm thế nào để thay tã cho trẻ, biết trừ tính một cuộc xâm lăng, thit một con lợn, lái một chiếc tàu, thiết kế một căn nhà, làm một bài thơ tứ tuyệt, quyết toan các khoản chi thu, xây một bức tường, nắn xương, an ủi người sắp chết, nhận mệnh lệnh, ra chỉ thị, hợp tác, hành động độc lập, giải các phương trình, phân tích một vấn đề mới, ủ phân, lập trình máy tính, nấu một món ăn ngon, chiến đấu một cách có hiệu quả, hy sinh một cách cao thượng. Chuyên môn hóa chỉ dành cho côn trùng.

R. A. Heinlein

Trong trường đại học, cũng như trong bất cứ hoạt động nào khác của con người, có những khoảnh khắc ngắn ngủi mà cảm giác đơn thương độc mã trong cuộc cạnh tranh nghề nghiệp bỗng như tan biến, người ta trở về với thuở học trò, khi có người khác trả tiền học phí, khi người ta có thì giờ nói chuyện trên trời dưới biển và mơ ước viễn vông. Những thời khắc như vậy hiếm lắm mà cũng chẳng kéo dài được bao năm, vì mây đen chẳng mấy chốc lại che phủ bầu trời và kéo ta về với thực tại. Nhưng trong cái thoáng chốc ngắn ngủi khi mặt trời đang soi rọi ấy, ánh sáng chan hòa và rực rỡ luôn như gợi nhớ đến những cảm giác của tuổi thơ. Trường đại học của tôi hóa lại là nơi rất tốt để trải nghiệm những khoảnh khắc như vậy, không phải vì nơi đó chúng xảy đến thường xuyên hơn,

mà vì hiệu quả của nó được nhân lên bởi vẻ đẹp đên lạng người của khuôn viên trường đại học. Cũng hết như chính cái khoảnh khắc ấy, khu trường luôn ngập tràn ánh nắng rập rờn trên những vạt cỏ và lan tỏa trên những lối đi rộng giữa hai hàng cọ, ngăn cách những tòa nhà nâu đất lợp ngói Tây Ban Nha phơi mình dưới ánh mặt trời. Thật khoan khoái làm sao khi ngồi cạnh chiếc bàn công viên làm bằng gỗ vân đỏ dưới bóng những cây sồi xum xuê, đắm mình trong lan sương mát nhẹ bốc lên từ mặt biển trong tiết trời hạ chí. Những sườn đồi nâu nhạt và yên tĩnh, quán cà phê sinh viên vẫn còn yên ắng, mấy chú sóc và se sẻ chăm chỉ sục sạo trong đám lá khô mót hạt sồi. Thế rồi Gumbrecht bỗng xuất hiện với một thùng rượu vang.

Trước nay tôi chỉ gặp Sepp Gumbrecht trên mạng, nên không rõ anh ấy nom như thế nào.¹ Nhân vật ở đầu kia của những bức thư điện tử là người có năng lực vô biên về tổ chức, có kiến thức văn hóa sâu rộng mà bạn khó tìm thấy ở Mỹ, vì vậy tôi hình dung đó là một người to cao, đeo mực kính giống như một chính khách - một người kiểu Âu điềm đạm, biết hết mọi góc ngách của cuộc đời, vì từng trải, vì từng kinh qua chiến tranh, từng giảng dạy ở nhiều trường đại học danh tiếng, từng sáu lần ly hôn, và nhiều thứ khác. Thật là sai lầm hết mức. Hóa ra anh ta đậm người, kiểu người béo lùn hay nhiều sự, mắt long lanh, một gã bô-hê-miêng khéo biết cách tạo dáng cho ra vẻ khả kính hơn con người thực. Lượng rượu vang mà anh mang theo trong thùng chứng thực cho điều đó.

¹ *Giao sư Gumbrecht có nhiều mối quan tâm khác nhau, mà ta có thể tóm tắt một cách thân trọng là ông theo chủ nghĩa Epicurea. Ông được trích dẫn trên trang web là ông muốn tận hưởng tối đa các thú vui thông thường, như ăn ngon, xem thể thao, và duy trì cuộc đời đại học cao cả, duy trì trường đại học như nơi trú ngụ của những ý tưởng liêu linh. Xem H.U. Gumbrecht, *The Power of Philology: Dynamics of Textual Scholarship* (Nxb University of Illinois Press, Champaign, IL, 2002); T. Lenoir và H.U. Gumbrecht, *Inscribing Science: Scientific Texts and the Materiality of Communication* (Nxb Stanford U. Press, Stanford, 1998). H.U. Gumbrecht, *In 1926: Living on the Edge of Time* (Nxb Harvard U. Press, Cambridge, 1997). Xem thêm <http://www.stanford.edu/dept/news/report/news/november29/gumbrecht1129.html>.*

Cuộc gặp mặt trao đổi của chúng tôi là nhân dịp Hội thảo Liên ngành về hiện tượng Đột sinh do Sepp đề xướng, một trong loạt những cuộc gặp mặt trao-đổi-văn-hóa mà anh tổ chức nhiều năm nay. Việc đưa ra chủ đề này phân nào là lỗi của tôi, vì tôi đệ trình nó lên để đáp lại lời kêu gọi mà anh gửi đi về việc mở ra những đề tài có thể đàm đạo mà không làm mất lòng nhau. Đó là một đòi hỏi quá cao. Bọn lam khoa học chúng tôi thường nghĩ nghề thuật, lịch sử và những thứ tương tự thật thú vị, quan thiết, nhưng quá phức hợp nên không hữu ích gì về mặt chuyên môn đối với mình, trong khi những nhà nhân văn lại nghĩ vật lý, hóa học và những thứ tương tự cũng thật thú vị, quan thiết, nhưng quá đơn giản nên không hữu ích gì về mặt chuyên môn đối với họ. Nhưng ý niệm thoảng đạt về sự phức tạp, tinh vi sinh ra từ sự nguyên sơ hóa ra lại thắm sâu vào đời sống hàn lâm, tác động đến tất cả mọi người, để rồi cuối cùng được chấp nhận rộng rãi.

Sau màn tự giới thiệu và chào hỏi xã giao, Sepp và tôi vào nhà ăn sáng đứng kiểu Âu, cùng với nhóm người mà anh ấy mời tham gia hội thảo. Một số người trong bọn họ tôi đã quen mặt, còn phần lớn thì không, vì một phần thắng lợi của kẻ nhiều sự trong các trường đại học là tìm được cách moi cho ra một ít kinh phí đi lại cho khách mới. Dứng ngay lối vào là nhà thiên văn học Andrei Linde,¹ người của trường, đang nhăm nháp cà phê, người có tiếng hóm và mé triết học (ông là người Nga), và cũng chính là người đã khiến các cuộc họp khoa của chúng tôi lúc nào cũng vui nhộn. Canh ông là nha luân lý học sinh học Sandra Mitchell,² nhóp nhép

¹ Giáo sư Linde đặc biệt nổi tiếng vì những đóng góp cho ngành vũ trụ học mở rộng, và qua đó ông nhận được Huy chương Dirac, cùng với Alan Guth và Paul Steinhardt năm 2002. Xem A.D. Linde, *Inflation and Quantum Cosmology* (Nxb Academic Press, Burlington, MA, 1990).

² Giáo sư Mitchell đặc biệt quan tâm đến sự tự tổ chức trong ngành sinh học, ví dụ như tổ của các loài sáu sòng thành công đồng. Xem S.D. Mitchell, *Biological Complexity and Integrative Pluralism* (Nxb Cambridge U. Press, Cambridge, 2003).

nhai bánh xốp và ngo quanh tìm kiếm người để tranh luận. Góc đằng kia, kỹ sư vật liệu John Bravman¹ đang hùng hồn bảo vệ tính hữu dụng không thể thiếu của điện tử học nano và may mắn vì cơ học với vị học giả tôn giáo Catherine Pickstock,² bà này mỉm cười duyên dáng trong khi khéo léo hướng cuộc thảo luận quay sang đề tài về sự tồn tại của trạng thái xuất thần. Carl Djerassi, người sáng chế ra thuốc tránh thai, đứng ngay cạnh đó thì đang diễn thuyết một cách sinh động về chủ đề yêu thích của ông, tình dục.³ Triết gia Martin Steel, khoác hờ áo choàng trên vai theo kiểu Âu, đứng góc đối diện, đang bình luận rất sâu về Heidegger.⁴ Nhà nhân học Denise Schmandt-Besserat đứng cạnh thì thỉnh thoảng lại dùng tâm nhón một miếng dưa bở ti tẹo và phát biểu về vấn đề người Palestine bằng một cái ngữ điệu rất Pháp.⁵ Đứng sau cô là luật gia

¹ Giáo sư Bravman quan tâm đến hiện tượng di cư điện tử, hiện tượng suy yếu trong ứng dụng MEMS, điện môi ôxide-kim loại dùng cho tranzitor ở thang độ nano, và cơ chế hoạt động của bề mặt màng mỏng dùng cho vật liệu bao bọc. Ông hiện là phó giám đốc trường đại học Stanford.

² Giáo sư Pickstock đã viết nhiều công trình về điều mà bà cho rằng sự cần thiết của xã hội phương Tây trong việc thờ cúng. Bà cũng thách thức quyền của một thiểu số ưu tú trong khoa học trong việc định nghĩa thực tại. Xem C. Pickstock, *After Writing: On the Liturgical Consummation of Philosophy* (Nxb Blackwell, Oxford, 1997); G. Ward, J. Milbank, và C. Pickstock, eds. *Radical Orthodoxy: A New Theology* (Nxb Routledge, London, 1999).

³ Giáo sư Djerassi là một học giả theo đuổi hai sự nghiệp, ban đầu ông tìm ra thuốc tránh thai, rồi sau đó ông viết tiểu thuyết và kịch. Xem C. Djerassi, *This Man's Pill, Reflections on the 50th Birthday of the Pill* (Nxb Oxford U. Press, London, 2001); C. Djerassi, *The Pill, Pygmy Chimps, and Dega's Horse: The Remarkable Autobiography of the Award-Winning Scientist Who Synthesize the Birth Control Pill* (Nxb Basic Books, New York, 1998); C. Djerassi, *Oxygen* (Nxb Wiley, New York, 2001).

⁴ Giáo sư Seel quan tâm liệu đáng về triết học của một người có làm thay đổi cách nhìn nhận của người ấy hay không, và cuối cùng, là cuộc đời của anh ta như thế nào. Xem M. Seel, *Asthetik des Erscheinens* (Nxb Hansen, Munchen, 2000); và M. Seel, *Sich bestimmen lassen: Studien zur theoretischen und praktischen Philosophie* (Nxb Suhrkamp, Frankfurt, 2002).

⁵ Giáo sư Schmandt-Besserat đề xuất một lý thuyết rất hợp lý rằng chữ dạng nêm cuneiform phát triển từ nhu cầu đếm trong hoạt động thương mại. Xem D. Schmandt-Besserat, *How Writing Came About* (Nxb U. Texas Press, Austin, 1996).

Rich Ford¹ đang nuốt vội ngụm nước cam và trình bày nhưng ý tưởng của mình theo lối ngắn gọn, nhanh như bắn súng liên thanh nhằm ngăn người ta kịp phản bác lại. Quân sư máy tính Terry Winograd đứng sau Rich Ford thì đang kiên nhẫn giải thích về tri tuệ nhân tạo cho một vài nhân vật đa nghi về khả năng của máy tính.² Nhà Italia học Bob Harrison thì xen vào đủ mọi chuyện và đưa ra những nhận xét triết học vụn vặt để kín đáo đánh giá người khác. Nhà ngữ văn Andreas Kablitz, rõ ràng còn đang bị mệt vì đi máy bay, đứng bên cạnh miêu tả một cách chi tiết những nét tương đồng giữa chuyến bay mới đây của ông từ châu Âu với bản *Thần Khúc*³ của đại thi hào Dante. Cạnh ông, Dean Wlad Godzich diễn giải một cách thân thiện nhưng đầy tự tin về tình hình chính trị vùng Cận Đông.⁴

Các nhà nghiên cứu nhân văn có một thói quen kỳ lạ là thích hướng các cuộc thảo luận vào từ ngữ hơn là vào sự vật hay sự việc - hoàn toàn ngược lại với những gì xảy ra trong vật lý học - có lẽ vì công việc của họ đòi hỏi họ phải hiểu con người hành xử ra sao, thay vì máy móc hoạt động như thế nào. Vì thế, sau bữa điểm tâm, mọi người đều nhao nhao bàn về việc anh ta hoặc chị ta hiểu thế nào là "đột sinh", hết như những gì xảy ra vào sáng thứ Hai ở Sở Giao dịch

¹ Giáo sư Ford quan tâm chủ yếu đến hoạt động chống phân biệt đối xử và luật sở hữu tài sản. Xem R. T. Ford, *Racial Culture: A Critique* (Nxb Princeton University Press, Princeton, NJ, 2004).

² Giáo sư Winograd là một trong những người tiên phong trong lĩnh vực trí thông minh máy tính. Hai trong số sinh viên của ông đã thành lập công ty Google. Xem T. Winograd và F. Flores, *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation of Design* (Nxb Addison-Wesley, Boston, 1987).

³ Giáo sư Kablitz quan tâm chủ yếu đến triết học, đặc biệt là mối liên quan giữa vở *Divina Commedia* của Dante với những tác phẩm quan trọng khác trong văn học phương Tây, đặc biệt là vở *Aeneid* của Virgil và *Kinh Thánh*. Xem A. Kablitz và G. Newmann, *Mimesis und Simulation* (Nxb Rombach, Freiburg, 1998); A. Kablitz and H. Pfeiffer *Interpretation und Lektüre* (Nxb Rombach, Freiburg, 2001).

⁴ W. Godzich, *The Culture of Literacy* (Nxb Havard U. Press, Cambridge, 1994); W. Godzich và J. Kittay *The Emergence of Prose: An Essay in Prosaics* (Nxb U. of Minnesota Press, Minneapolis, 1987).

Thương mại Chicago. Sau hai giờ đưa ra những ghi nhận tế nhị kiểu như "sự đột sinh chính là hành vi đột sinh", người ta mới thấy rõ là quan niệm này khó nắm bắt một cách kỳ lạ, giống như cách phân định nổi tiếng thế nào là tác phẩm khiêu dâm của ngài Thẩm phán Potter Stewart: tôi không định nghĩa nó được, nhưng xem là tôi biết liền.¹ Nhưng càng về sau, mọi thứ dần dần càng được cô đọng lại, và rốt cuộc thì một vài ví dụ rất rõ nét cũng được gạn lọc ra.²

Ví dụ mà tôi nhớ rõ nhất, phần nào là nhờ vào những chương trình truyền hình đặc biệt nở rộ của Edwin O. Wilson, là sự tự tổ chức của côn trùng theo lối xã hội.³ Để trả lời một số lời bình luận của tôi về sự tự tập hợp của các nguyên tử, Sandra chỉ ra rằng các tổ ong cũng không có người điều hành - không có cá thể nào quyết định ai sẽ làm gì hoặc quy mô tổng thể của tổ sẽ được cấu trúc như thế nào. Những con ong tự tổ chức lấy với nhau. Bản tính tự nhiên của một đàn ong được mã hóa ngay trong hành vi ứng xử của những con ong cá thể, đúng như cách mà các cấu trúc của trò chơi *Life* của Conway được mã hóa thành những qui tắc chuyển động đơn giản, và cũng rất khó tiên đoán. Do đó đàn ong mang một ý nghĩa khác và vượt lên trên ý nghĩa của những thành phần của nó, cũng giống hệt như những cấu trúc của các ô-tômat tế bào đơn giản.

Hoạt động của đàn ong khiến ta liên tưởng đến các nền kinh tế của con người, nên chúng tôi đã chuyển sang nói về chủ đề này. Ở đây tôi loáng thoáng có được mấy bài học của Gumbrecht và Seel

¹ Tuyên bố nổi tiếng này xuất hiện trong ý kiến được nhất trí của Thẩm phán Potter Stewart trong phiên tòa năm 1964 của Tòa Án Tối Cao trong vụ xử *Jacobellis* kiện Ohio. Vụ kiện này liên quan tới một rạp chiếu bóng chiếu bộ phim *The Lovers* trong đó có chiếu một đoạn tình dục ngắn của diễn viên Jean Moreau. Thẩm phán Stewart chấp thuận bác bỏ cáo buộc trên cơ sở cho rằng bộ phim này không phải là phim khiêu dâm hạng nặng.

² Một số các lời phát biểu này được trích dẫn nguyên văn từ các báo cáo được thực hiện bởi các thành viên ủy ban trong Hội thảo về các hiện tượng đột sinh, tổ chức tại Stanford Center for Humanities tháng 8/2002.

³ Tóm lược về hoạt động xã hội của côn trùng, xem B. Holldobler và E.O. Wilson, *The Ants* (Nxb Belknap Press, Cambridge, 1990).

nói rằng đó là những tư tưởng phi mác xít. Tiền đề cơ bản của chủ nghĩa xã hội là như sau: tới một chừng mực nào đó theo người ta hiểu thì những quy tắc đã được biết trong ứng xử của con người phải được các chính thể kiểm soát vì lợi ích chung của mọi người. Nhưng tư tưởng này lại thiếu sót một cách đáng thương nếu như nền kinh tế lại hoạt động thực sự thông qua những nguyên lý tổ chức tinh vi được mã hóa thành những quy tắc ứng xử của con người, hiệu quả đến mức bạn không thể luận ra được. Trong thời đại bùng nổ các cửa hàng Mc-Donald và hàng nũi hàng hóa Trung Quốc bày bán ở các siêu thị Wal Mart, người ta thường nghe nói rằng các nền kinh tế "quá phức tạp", không cách gì điều hành chúng theo lối vi mô được nữa. Việc đó tuy nhiên chẳng khác gì việc nói một số quá trình hóa học nào đó "quá phức tạp", không cách gì kiểm soát chúng trên cơ sở vi mô được nữa. Chung quy lại là một cách nhận thức cho rằng bản chất của một nền kinh tế không nằm ở những thứ cơ bản - như dự trữ lương thực, vận tải, y tế, v.v... - mà nằm ở tổ chức cao cấp hơn xuất phát từ những thứ cơ bản đó.

Sau khi đã cắt nghĩa nền kinh tế thế giới là như thế, chúng tôi hăng hái chuyển sang đề tài về ý thức. Và cũng như nó vẫn thường xảy ra khi bàn đến chuyện này, cuộc đàm đạo nhanh chóng sa lầy vào việc xác định xem liệu ý thức có phải là vật chất hay không. Giáo sư Pickstock lập luận rằng ý thức không phải là vật chất, và rằng quan điểm ngược lại chẳng qua chỉ là một sự biện minh về mặt ý thức hệ cho các hành vi phi luân mà thôi. Winograd bác lại rằng thế thì thật lố bịch, rằng tâm trí cũng phải là một dạng vật chất, và chẳng có gì phi luân trong việc tìm hiểu xem nó hoạt động như thế nào cả. Tôi ngồi cạnh Terry nên nín lặng không đề cập đến trò chơi điện tử Duke Nuke'em, đến án phẩm khiêu dâm trên mạng, và đến thư rác. Winograd vạch cho thấy - mà theo tôi là chính xác - để trải nghiệm chắc chắn tinh vật chất của tâm trí thì phải xây dựng được một cỗ máy biểu lộ ý thức. Ông cũng thừa nhận là mọi nỗ lực

tiến hành một thí nghiệm như vậy cho tới nay vẫn chưa đầu vào đầu, và do đó mà mọi người vẫn nghiêng về khẳng định của giáo sư Pickstock. Ông nói rằng các nhà khoa học máy tính hiện cho rằng sự thất bại mang tính kỹ thuật và gốc rễ của nó nằm ở việc không có khả năng kiểm soát tất cả các hoạt động của máy tính ở tầm vi mô. Nếu ý thức không nằm trong bản thân chương trình mà lại là kết quả của sự tự tổ chức đột sinh của các cấu trúc logic mà nó sinh ra, thì bạn chỉ có thể thiết kế những cỗ máy có ý thức sau khi nắm bắt được hết các nguyên lý tổ chức có liên quan. Ông bảo rằng suy nghĩ này là động lực thúc đẩy cho trào lưu tạo ra những chương trình có khả năng ứng xử "thích nghi" - thay đổi quy tắc nền để đối phó lại với những hệ quả của các hành động trước đó.

Từ những cấu trúc logic hình thành nên tâm trí, ta đã âm thầm đến với những cấu trúc logic do chính tâm trí tạo ra, bắt đầu bằng trường hợp về khoa học luật, một trường hợp rất đầy đủ tài liệu dẫn chứng. Ông Rich kể lại với chúng tôi về một cuộc tranh luận diễn ác liệt giữa các các học giả ngành luật về việc liệu luật pháp có thực sự khách quan hay không. Những nhà luật học Anh và Mỹ, ông nói, thường tán thành quan điểm "thiên về lý tính" cho rằng các cuộc tranh tụng có thể, và nên, được quyết định một cách hợp logic chiếu theo những nguyên tắc bao quát hay những mục tiêu sáng suốt. Nhưng những thứ luật mà các cơ quan lập pháp thực sự viết ra lại thường mơ hồ, một thông lệ cung cấp cho các tòa một phạm vi quyền hạn vô cùng rộng rãi trong việc xác định cách hiểu thực sự về một điều luật. Chỉ sau khi có sẵn tiền lệ rồi thì những luật như vậy mới có thể được áp dụng với những kết quả tiên đoán được. Từ góc nhìn thiên về lý tính, quyền thực tế được làm luật của các tòa án là một dấu hiệu chứng tỏ sự kém cỏi của cơ quan lập pháp, cái mà bạn muốn vạch rõ và loại trừ. Nhưng một nhóm ngày càng nhiều các học giả "phủ duy lý" tin rằng sự mơ hồ này không hề giống chút nào với một căn bệnh cần chữa trị, mà sự mơ hồ đó và

đi kèm với nó là nhiệm vụ đặt luật pháp lên trên hết của hệ thống luật pháp chính là bản chất cốt lõi của mọi cơ quan lập pháp. Họ lập luận rằng sự phát triển một cách hoàn toàn logic pháp luật là bất khả và cũng không nên mong chờ điều ấy.

Cuộc thảo luận về pháp luật đã khiến Carl cảm thấy bị hăng trong việc đề xuất một sự điều chỉnh mang tính kỹ thuật, vốn ảnh hưởng trực tiếp đến phát minh tuyệt vời của anh, cũng như đến nhiều thứ khác mà anh rất quan tâm. Anh cau kính nói rằng luật điều tiết thường là loại luật rất đồng dành, thất thường và hay gây ngộ nhận, rằng gốc rễ của vấn đề nằm ở chỗ các nhà lập pháp đã không hiểu một cách thỏa đáng cái động lực xã hội đã khiến cho những cách tân có ý nghĩa về mặt kỹ thuật làm nảy sinh những hệ quả lớn khôn lường. Anh dẫn ra một trường hợp cụ thể, đó là việc những phụ nữ trẻ có khả năng đẻ tốt ngày càng có xu hướng hút hết trứng ra để bảo quản bên ngoài và cho thụ tinh sau nhiều năm - bằng cách đó trì hoãn không phải sinh nở vào lứa tuổi nguy hiểm là 38. Đó là một hệ quả của việc chữa trị chứng vô sinh mà đã không ai lường trước. Anh lập luận rằng đơn giản là không kiểm soát được những kiểu phát triển như vậy, nên tiến trình hành động khả quan nhất đối với xã hội của chúng ta là để họ tự phát triển rồi gọt đẽo pháp luật cho phù hợp với tình huống lịch sử, chứ không phải làm ngược lại.

Việc hăng say tấn công giới luật gia đã khiến Denise mạnh dạn nhận xét rằng một ví dụ đã được đưa vào sách giáo khoa về cái động lực mà Carl nói - và cũng là một sáng tạo quan trọng mang tính tổ chức của tinh thần - là việc phát minh ra chữ viết. Dở một cái là những thực kiện lịch sử xoay quanh chủ đề này vẫn còn gây tranh cãi.¹ Một số học giả tạm bằng lòng với giả thuyết cho rằng chữ viết

¹ Tóm lược về các lý thuyết giải thích nguồn gốc chữ viết, xem P. T. Daniels và W. Bright, eds., *The World's Writing Systems* (Nxb Oxford U. Press, New York, 1996). Có một trang web rất hay về chủ đề này, được ký sư phần mềm L.K. Lo duy trì bởi. Xem <http://www.ancientscripts.com>

xuất hiện ở vùng Lưỡng Hà vào khoảng năm 3.300 trước Công Lịch và từ đó lan truyền ra khắp thế giới. Những người khác tin là chữ viết được phát triển một cách ít nhiều độc lập từ ít nhất ba trung tâm khác nhau - vùng Cận Đông, Trung Hoa và Trung Mỹ. Còn Denise thì giải thích rằng ít ra ở Cận Đông cổ đại cũng có bằng chứng đáng tin cậy cho thấy chữ viết phát sinh từ một kỹ thuật tính toán phát triển cao. Đó từng là một xã hội nông nghiệp trong đó kỹ năng làm tính là điều kiện tiên quyết cho cuộc sống còn. Vào một thời điểm nào đó, có một ai đó đã quyết định sử dụng những thẻ nặn bằng đất sét theo các dạng hình học đơn giản để đại diện cho các loại sản phẩm. Bước cơ bản ban đầu này sau đó đã dẫn đến sự ra đời của chữ viết, thông qua một loạt những hoạt động đối đáp.

Cuộc tranh luận về chữ viết biến thành một cuộc trao đổi rộng ra về việc bản thân ngôn ngữ xuất hiện từ đâu. Quá trình phát triển này tất nhiên là diễn ra sớm hơn sự xuất hiện của chữ viết rất nhiều, do đó cũng khó xác định dựa trên thực kiện hơn. Nhưng Wlad chỉ ra rằng có một đầu mối tuyệt diệu tìm thấy trong các tài liệu lịch sử. Văn xuôi ngày nay được dạy một cách hiển nhiên như một phương thức tổ chức viết và suy nghĩ, nhưng điều đó là sai. Văn xuôi phát triển từ thi ca, chứ không phải thi ca phát triển lên từ văn xuôi. Văn và điệu của thơ, những hình mẫu khiến người ta dễ nhớ mọi thứ hơn, đã xuất hiện trước, và rồi chỉ sau đó mới chuyển thành văn xuôi.

Việc nhảy từ chủ đề phi thường này sang chủ đề phi thường khác trong suốt cả buổi sáng làm chúng tôi mệt phờ và không thiết tha lắm nữa và thế cũng là phải, cuối cùng đành chuyển sang bàn những chủ đề vô thường vô phạt như ý nghĩa cuộc đời. Thế nhưng hóa ra cũng là cái đáng nói. Sandra vạch ra rằng tham vọng lên kế hoạch cho cuộc đời là một tham vọng hết sức mung lung, vì những bất ngờ tự nhiên xảy đến trên đường đời - bệnh tật, ly hôn, sinh đẻ, mất việc - có những hệ quả lớn mà người ta không thể lường trước được. Phần lớn chúng ta hiểu qua trực giác rằng một đầu óc khỏe

mạnh đòi hỏi phải được ném trái những thăng giáng của cuộc đời và đối phó với chúng một cách linh hoạt, rồi qua đó tích lũy kinh nghiệm sống. Ý tưởng hợp tình hợp lý này được tóm gọn trong tựa đề quyển sách của Martin Seel *Sich Bestimmen Lassen* [*Hãy tự quyết định*]. Quan điểm chính của cuốn sách này là, (trong vương quốc của hoạt động con người (cái thực tiễn) có một số thứ không thể kiểm soát được mà phải chấp nhận cho chúng tự diễn ra.

Vả lại trưa nóng rồi thì cũng chẳng ai còn đầu óc đâu mà tranh cãi, nên chúng tôi vui vẻ tận hưởng buổi ăn trưa phục vụ ngoài trời dưới ánh nắng ấm áp, cùng với vô khối rượu vang mà Sepp mang theo đến. Bữa tiệc kéo dài một cách tự nhiên, chúng tôi rót hết cốc rượu này đến cốc khác cũng rất tự nhiên, và rồi tự nhiên là thùng rượu của Sepp đã biến cái hỗn độn của buổi sáng thành một cái gì đó mạch lạc. Thật là kỳ diệu khi thấy kế hoạch bậc thầy của Sepp diễn ra đúng như anh dự kiến.

Cũng phải mất khoảng một giờ đồng hồ để điều này xảy ra, cuộc đàm đạo tự nhiên giữa những người bạn dần dần tụ trung lại thành một nỗ lực tập thể nghiêm túc chưa từng thấy trong việc định nghĩa khai niệm "đột sinh" từ những gì được tranh cãi lúc sáng. Vì toàn là các nhà hàn lâm nên những người tham gia lúc trước đã quên mất cái nguy cơ là tiểu tiết thì có thể đúng nhưng bức tranh toàn cảnh lại sai - giống chuyện thầy bói mù xem voi, mỗi người đều có một cách vô ích tìm hiểu xem "voi" là gì xuất phát từ những số đo của riêng mình thực hiện đối với người thì cái bụng, người thì cái chân, người thì cái vòi, v.v... Cuối cùng mọi người đi đến kết luận: Đột sinh có nghĩa là sự không thể tránh khỏi mang tính ổn định trong hành trạng của một số sự vật nhất định. Đột sinh có nghĩa là tình không thể tiên đoán được, hiểu theo nghĩa là có những sự kiện nhỏ gây ra cho những sự kiện lớn hơn những biến đổi lớn về mặt phẩm tính. Đột sinh có nghĩa là cơ cái gì đó về cơ bản không thể kiểm soát được. Đột sinh là định luật tự nhiên mà con người phải

tuân theo. Noi cách khác, cả đám các học giả nhân văn chưa thông suốt về mặt kỹ thuật đã xác định một cách *chính xác* rằng những nguyên lý trừu tượng mà chúng ta đã biết thông qua đo đạc có tác động trong thế giới nguyên thủy. Thật là thú vị.

Tôi thực sự không lấy làm ngạc nhiên về kết cục này, vì tôi đã cảm thấy rằng sự sóng đôi này là hiển nhiên và chỉ cần có dịp thôi là lộ diện. Dù sao thì nó cũng khiến những người chứng kiến hài lòng. Chính xác nó có nghĩa gì thì bạn còn phải tranh luận lâu, nhưng cách lý giải mà tôi ưa thích nhất chỉ đơn giản là thế này: hành trang của con người cũng giống như vạn vật thiên nhiên, vì nó là một phần của vạn vật, và bị điều khiển bởi cùng những qui luật tự nhiên như tất cả mọi thứ trên đời. Nói cách khác, chúng ta giống như những tạo vật nguyên thủy, vì chính chúng đã cấu thành nên chúng ta - không phải vì chúng ta đã đem nhân cách hóa chúng hay vì chúng ta đã dùng tâm trí mình để kiểm soát chúng. Sự tương đồng giữa tổ chức của một cuộc sống với tổ chức của các electron không phải là một sự ngẫu nhiên hay một sự tương tượng, mà là là mang tính vật lý.

Chúng tôi đã không thảo luận một cách tường tận về một hiện tượng "đột sinh" cụ thể đặc biệt quan trọng nào, vì những người làm trong lĩnh vực hàn lâm chúng tôi đều hiểu rõ mục đích của trường đại học là nơi để những nhóm người như chúng tôi họp lại với nhau để từ đó đẻ ra những ý tưởng mới mẻ. Ông nhắc tôi, dù lúc ngát ngưỡng hay lúc tỉnh đều luôn thích chứng minh rằng đó ai biết được vì sao trẻ con lại học đọc. Chúng cứ làm việc đó tự nhiên thế thôi. Cũng giống như đó ai biết được vì sao đầu óc của một người cứ vẫn tiếp tục tiến hóa và phát triển qua cả tuổi trưởng thành cho tới khi về già. Nó cứ diễn ra tự nhiên thế thôi. Các học giả chúng ta cứ hay chắc mẫm rằng vào những năm tuổi trẻ thì trí óc người ta phát triển nhanh chóng nhất, nhưng thực ra chẳng đúng tí nào. Việc cứ định bừa ra như thế chẳng qua chỉ là một khoản mục trong bản kế ước ký với quĩ sứ trong một học viện như học viện của tôi để sàng

loc những sinh viên ưu tú ra khỏi những sinh viên có vẻ như kém ưu tú hơn mà thôi. Khía cạnh này của công việc là cần thiết, nhưng hầu hết chúng ta chẳng ai ưa, và càng già lại càng không ưa. Chẳng có bậc phụ huynh nào lại muốn con cái mình an phận thủ thường, nhưng cha mẹ nào rồi cũng muốn con cái được thụ hưởng những gì tốt lành của cuộc đời, mà một trong số những điều đó là niềm vui lần đầu tiên hiểu ra mọi việc và khám phá thấy rằng những thứ bạn nghĩ là khác nhau lắm lắm thực ra chẳng khác nhau gì. Tôi cũng là một phụ huynh, và tôi hiểu rằng nơi chốn đích thực để sống và học tập, khác với một nơi để thể hiện mình, không phải là phòng học, mà là dưới công mái vòm Hy Lạp xa xưa, hay thay vào đó hiện nay chính là quanh bàn ăn trong vườn trường dưới ánh nắng mặt trời.

Đoạn kết của câu chuyện như thường lệ là một tiếng thở phào và rồi mọi người phải quay trở về tìm đến cái êm đềm thường nhật. Chúng tôi làm một cuộc du ngoạn tuyệt vời trong buổi chiều, viếng thăm trại chăn nuôi gia súc của Djerassi bên sườn dãy núi Santa Cruz gần đây. Djerassi đã cải tạo nó thành một nơi nghỉ dưỡng cho các nghệ sĩ. Bạn tha thẩn dạo bước quanh khu vườn đầy những tác phẩm điêu khắc đất giá để ngưỡng mộ sở thích nghệ thuật của anh, để thưởng ngoạn khung cảnh tráng lệ của rừng cây và để ngắm nhìn cảnh mặt trời lặn bên kia bờ Thái Bình Dương. Còn có cả một câu chuyện tiếu lâm về phòng tránh thai, vì tên gọi của trại nghệ sĩ này lại là trại SMIP, trùng với chữ viết tắt của một chương trình ngừa thai của hãng thuốc Syntex. Sau cuộc đi dạo, chúng tôi tụ tập lại ăn một bữa tối tuyệt diệu tại một quán ăn tên là Manresa ở Los Gatos, mà đầu bếp là một nghệ nhân, người biết bày biện những bàn tiệc bắt mắt theo phong cách mới lạ, dưới ánh sáng tỏa ra từ các ngọn nến bo-hê-miêng trong khung cảnh đầy những đồ mỹ nghệ tinh xảo đến từ khắp nơi trên thế giới. Sepp đã trù tính đầu ra đây và thuê cho chúng tôi một chiếc limosine dài để khỏi lo việc đi lại. Sau bữa tối, chúng tôi quay về khuôn viên trường đại học, trao đổi địa chỉ,

chào từ biệt, rồi tôi đạp xe về nhà khi trời đã tối hẳn. Về đến nhà, tôi tìm cách giải thích những gì đã diễn ra với vợ mình và thấy cô ấy con quan tâm đến khía cạnh nhân văn của cuộc hội thảo hơn cả tôi (đó cũng là điều thường xảy ra với những bà vợ của các nhà vật lý), nhưng rõ ràng là tôi đã kể chuyện không ra gì. Vợ tôi liền tổng tôi đi ngủ và lẩm bẩm cái gì đó về một ngày xui xẻo.

Tôi ngủ thiếp đi và mơ thấy một câu chuyện nổi tiếng về một ông giáo sư ngoại tình trở về nhà lúc ba giờ sáng, quần áo nhàu nát, tóc tai bù xù, cà vạt xộc xệch,...rón rén leo lên giường. Đèn bật sáng. "Làm sao thế này hả?", bà vợ cúi kính hỏi. "Ừ thôi" ông bẽn lèn phân trần, "Cho tôi xin. Chẳng là tôi ra quan uống với mấy ông bạn, rồi tôi đánh bạc và thua mất một ít tiền, và lại ở đây còn mấy phụ nữ nữa". "Ông đừng có lừa tôi", bà vợ tỏ ra như mình thừa biết. "Ông ở lại nghiên cứu vật lý chứ gì".

Tôi rút ra kết luận từ nhiều năm làm nghiên cứu cần cù rằng câu chuyện về Adam và Eve trong Kinh Thánh thực ra là sai. Không phải là con rắn đã bảo Eve ăn quả táo tri thức, rồi thì cô ăn và rủ cả Adam ăn cùng, để đến nỗi Thượng Đê trừng phạt cả hai người phải lao động cực nhọc và kết quả là phải chết. Trên thực tế là Adam và Eve đã ăn thịt con rắn trong một quán ăn Tàu gọi là quán Tri Thức rồi tráng miệng mấy quả táo với mấy cái bánh may mắn (loại bánh trong nhân chứa lời chúc may mắn). Adam bẻ cái bánh của mình ra và đọc, "Đây là các phương trình của vũ trụ. Chúc bạn gặp may trong tính toán". Đến lượt Eve bẻ bánh của mình thì lại thấy, "Chớ tin những gì người đàn ông này nói". Và thế giới như chúng ta biết đã bắt đầu như vậy.

Thời đại đột sinh

Hãy luôn coi vũ trụ như một sinh linh, có một thể chất và một linh hồn; hãy quan sát xem muôn vật làm sao lại đều liên quan đến một năng lực tri giác, và là năng lực sự tri giác về cái sinh linh đó; và làm sao mà muôn vật đều hành xử theo cùng một lối vận động; và sao mà muôn vật đều cùng hợp tác với nhau để tạo ra muôn vật tồn tại trên cõi đời này; hãy quan sát cả chuyển động xoay tròn không ngừng của cuộn chỉ và sự đan dệt của lưới trời.

Marcus Aurelius

Một quy tắc hữu hiệu cơ bản để sống một cuộc đời hạnh phúc là chớ có cường điệu hóa nó với những loại thời đại mới. Tôi đã đủ nhiều tuổi để nhớ được đăm ba cái kiểu thời đại mới như vậy, nhớ nhất là Thời đại Bảo Bình (Aquarius), mà thực ra nó cũng đã mất tâm từ lâu kể từ khi mà các nhà chiêm tinh bảo rằng nó khởi đầu: 17 giờ 35 phút giờ Greenwich, ngày 23 tháng Giêng năm 1997. Hứa hẹn những thời đại mới là một nét đặc trưng quen thuộc của xã hội hiện đại, phần nhiều là vì hầu hết chúng ta là những người lạc quan luôn tin tưởng vào một ngày mai tươi sáng hơn, và vì lý do đó mà cũng dễ dàng trở thành cái bia cho những trò vô liêm sỉ. Ví dụ như Thời đại Bảo Bình, nó không mang lại sự khai minh, hòa bình và tình yêu thương như chúng ta mong muốn, mà ngược lại nó đưa đến những mối lo ngại về nghề nghiệp và những gánh nặng gia

đình, đi kèm với bệnh căn bệnh AIDS, nạn thất nghiệp, sự thiếu thốn và chiến tranh sinh học.¹ Giống như một căn nhà chung cư hay một cái xe ô tô mới, một thời đại mới sau khi đã phai sơn và giảm giá đi chút ít thì bắt đầu nom cũng giống với cái cũ mà nó thay thế thôi.

Sức hấp dẫn của những thời đại mới cũng giống như sự thôi thúc tìm kiếm Chân lý Tối hậu (Chân Đế), điều mà ai trong chúng ta cũng làm không lúc này thì lúc khác. Ví dụ như đứng vào thời điểm này đây, tôi đã không chịu nổi sự cảm dỗ nữa và cũng bắt đầu lướt mạng như ai. Bên cạnh những trang mạng về Thiên chúa giáo thông thường, tôi tìm được những trang liên quan đến Chân Đế và Niết Bàn, Chân Đế và đảng Quốc Xã ở Nam Mỹ, Chân lý Tối hậu và người ngoài Hành tinh, Chân lý Tối hậu và kinh Koran, Chân lý Tối hậu về nam diễn viên Cary Grant, Tạp chí Chân Đế trực tuyến, Chân lý Tối hậu trong ban nhạc Rock-and-Roll Nga, Chân lý Tối hậu trong phim người lớn, và cả Chân lý Tối hậu về Vũ trụ Giải Tâm linh Vị lợi mang màu sắc Tư bản chủ nghĩa. Sự châm biếm tột đỉnh của động cơ này là bộ chuyện truyền kỳ *Hitchhiker's Guide to the Galaxy* [*Sách hướng dẫn du lịch Thiên hà của Hitchhiker*] của Douglas Adams, trong đó cỗ máy tính có tên là Deep Thought tuyên bố rằng sau 7,5 triệu năm lao động cật lực, nó đã tìm ra đáp số cho Câu Đố Lớn về Sự sống, Vũ trụ và Vạn vật. Đáp số, nó nói, là bốn-mươi-hai.² Thế là các nhà khoa học tập hợp lại với nhau và tiếp đó được Deep Thought cho biết rằng nếu đáp số chỉ có vậy thì có nghĩa là câu đố đã được đặt ra *không rõ ràng*, nên họ hướng dẫn nó thiết kế ra một máy tính còn lớn hơn, chính là Trái Đất, để tìm ra câu đố. Trái đất được dựng lên, và suy nghĩ về câu đố này trong vòng ba tỷ năm.

¹ Mặc dù xuất hiện lần đầu bằng tiếng Anh năm 1635, "lessness" trên thực tế là một từ mới. Xem D. Coupland, *Generation X: Tales for an Accelerated Culture* (Nxb St. Martin's Press, New York, 1992).

² D. Adams. *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy* (Nxb Ballantine Books, New York, 1995). Quyển sách này ban đầu xuất bản năm 1975 và được đài BBC chuyển thành phim truyền hình nhiều tập.

Thật không may là chỉ năm phút trước khi sẵn sàng công bố đáp số, thì nó bị người của hành tinh Vogon phá hủy.

Chân lý Tối hậu rất dễ bị mang ra đàm tiếu, vì đó là một khái niệm mà hầu hết chúng ta ai cũng coi là cốt tủy của cuộc sinh tồn, nhưng lại cũng khá vô dụng trong thực tiễn. Kẻ bi Chân lý Tối hậu ám ảnh là kẻ không muốn bị tiền bạc phiền nhiễu - một kiểu người rất cuộc sẽ bị vở kịch *Candide* của Voltaire hút hồn. Nghĩa của cụm từ này rất mơ hồ. Ví dụ, đôi khi nó được hiểu là một lời giáo huấn về đạo đức với tư cách là Khuôn Vàng Thước Ngọc, được áp dụng khi mà những qui tắc của chủ nghĩa thực dụng theo lẽ thường không còn áp dụng được nữa, và do vậy nó quyết định cái giá trị luân lý căn bản của một người. Nếu xét thế thì rõ ràng nó là có ích, nhưng lại phải đương đầu với những ý kiến phê phán cho rằng nó là phần mềm nằm trong đầu người ta, và vì vậy vẫn phải tuân theo những chân lý tối hậu của hóa học và của vật lý lam nền tảng cho nó. Trong những hoàn cảnh khác thì Chân lý Tối hậu lại được hiểu là một sự việc thường xảy ra và có nghĩa, thế như là việc chỗ đậu xe chỉ trống khi mà bạn không cần đến nó. Những lúc khác thì nó lại có nghĩa là những định luật bị ẩn nhất của tự nhiên mà từ đó phát sinh ra mọi thứ khác - sự mơ hồ của nó cùng với những qui tắc sống đã khiến nảy sinh những điều phi lý như kiểu con số bốn-mươi-hai. Vậy là cái khuynh hướng tự thân muốn tìm đến với chân lý tối hậu chính là bản tính tự nhiên của mỗi con người chúng ta, nhưng ta lại luôn bị nhầm lẫn và mâu thuẫn không biết chính xác nó là cái gì.

Một trong những đóng góp quan thiết nhất của khoa học cho tư duy là việc phát hiện ra rằng một sự mâu thuẫn tương tự như vậy cũng xảy ra trong tự nhiên ở những cấp độ sơ khai. Ta có thể lập luận được rằng khoa học phải làm như vậy mới hợp lý, nhưng tính đơn giản của một số hệ thống nhất định cho phép ta đi xa hơn nữa và chứng minh rằng chúng thực sự làm như vậy. Mặc dù trong bất kỳ tình huống nào cũng khó lòng thẳng thừng bác bỏ sự can thiệp

mang tính siêu nhiên, nhưng chúng ta biết chắc rằng ở cấp độ này thì không cần tin đến nó, và rằng mọi hành trạng kỳ lạ đều có thể được cắt nghĩa như là những hiện tượng bộc phát có tổ chức phát sinh từ định luật cơ bản. Ta cũng biết rằng dù một định luật đơn giản và tuyệt đối chẳng hạn như định luật thủy động lực học có tiến hóa từ những định luật nền tảng đi nữa, thì chúng đồng thời cũng độc lập với những định luật ấy, và rằng chúng có lẽ sẽ không đổi kể cả khi những định luật cơ bản hơn thay đổi.

Suy xét thấu đáo những hiệu ứng trên khiến người ta đặt câu hỏi liệu định luật nào là định luật tối hậu hơn cả, những chi tiết nào mà xuất phát từ đó mọi thứ đã bắt nguồn, hay định luật siêu việt, đột sinh nào đã phát sinh ra từ chúng. Câu hỏi này mang tính ngữ nghĩa nên không có được câu trả lời tuyệt đối nào, nhưng rõ ràng đó là một phiên bản nguyên thủy của câu hỏi nan giải về đạo lý được đặt ra khi người ta phải miễn cưỡng cho rằng những định luật của sự sống bị chi phối bởi những định luật hóa học và vật lý. Nó vạch cho thấy một cách bóng gió tại sao một người có thể dễ dàng nắm biết một thứ nhưng lại chẳng biết chút gì về các thứ khác. Rào cản tri thức luận không mang tính thần bí mà mang tính vật lý.

Mâu thuẫn giữa hai quan niệm về cái tối hậu này - những định luật về các bộ phận hay những định luật tập thể - là một mâu thuẫn có từ xa xưa và không thể được giải quyết chỉ trong vài phút suy tư hay trong một cuộc đàm đạo ngẫu hứng. Người ta có thể nói nó dai dẳng cho sự đối đầu giữa hai thái cực trong tư duy, vốn là kim chỉ nam cho quá trình nhận thức thế giới này, tương tự như sự đối nghịch giữa âm chủ và âm át là kim chỉ nam cho một bản sonat cổ điển. Vào bất kỳ thời điểm nào trong lịch sử, một thái cực có thể mạnh hơn thái cực kia, nhưng sự ưu trội của nó chỉ là tạm thời, vì bản chất của sự việc lại chính là bản thân tình trạng mâu thuẫn.

Dù chẳng thích chút nào ý niệm về các thời đại, nhưng tôi nghĩ cũng hoàn toàn được nếu nói rằng khoa học hiện nay đã chuyển từ

Thời Đại Quy Giản Luận sang Thời Đại Đột Sinh, một thời kỳ mà việc tìm kiếm những nguyên nhân tối hậu của vạn vật chuyển từ hành trạng của các bộ phận sang hành trạng của tập thể. Khó mà xác định thời điểm cụ thể của việc chuyển tiếp này, vì nó diễn ra từ từ, và phần nào bị che khuất bởi sự dai dẳng của những huyền thoại, nhưng có một điều chắc chắn là, tính tổ chức chính là mẫu hình chủ đạo hiện nay. Đó là lý do vì sao, chẳng hạn, sinh viên ngành điện không còn bắt buộc phải học các định luật về điện - vốn rất đẹp và mang tính gợi mở nhưng không phù hợp với việc lập trình cho máy tính. Đó là lý do vì sao các tế bào gốc xuất hiện trong các bản tin thời sự, còn những chức năng của enzym chỉ được in chữ nhỏ trên hộp xà phòng. Đó là lý do vì sao mà những bộ phim về Marie Curie và về Rutherford bị quên lãng, trong khi những bộ phim như *Công viên Kỷ Jura* và *Con Lốc Xoáy* lại được chào đón. Các nhân vật chính trong những bộ phim mới toanh này không quan tâm đến những nguyên nhân vi mô, mà chỉ quan tâm đến những hiện tượng thất thường mang tính tổ chức - như trong trò game "Hừ hừ hừ! Nó chạy thẳng đến chỗ chúng ta!"

Điều trở trêu là chính thành công của quy giản luận lại lót đường cho sự lu mờ của nó. Theo thời gian, việc nghiên cứu lượng tính một cách cẩn trọng về những bộ phận cấu thành vi mô cho thấy rằng ít nhất ở cấp độ sơ khai, những nguyên lý tập thể không chỉ là một nét biểu hiện hay hay là lạ mà chúng chính là *tất cả* - là nguồn gốc thực sự của quy luật vật lý, bao gồm có lẽ cả những định luật cơ bản nhất mà ta biết. Sự chính xác của những phép đo do ta thực hiện cho phép ta tuyên bố một cách đầy tự tin rằng cuộc truy tìm một chân lý tối hậu duy nhất đã kết thúc - nhưng đồng thời cũng đã thất bại, vì tự nhiên không bao giờ biểu lộ nó là một cái tháp các tầng chân lý, mỗi tầng đều là con đẻ của tầng cha mẹ nằm dưới và lại vượt qua cha mẹ nó khi mà thang đo tầng dần. Giống như Columbus hay Marco Polo, ta ra đi tìm một vùng quê mới nhưng hóa ra lại tìm thấy một thế giới mới.

Bước quá độ chuyển sang Thời đại Đột sinh đã dẫn đến sự cáo chung của cái huyền thoại về quyền lực tối thượng của toán học. Đáng tiếc là cái huyền thoại ấy vẫn bám riết lấy nền giáo hóa của chúng ta, được thể hiện hàng ngày hàng giờ trên báo chí và các ấn phẩm đại chúng qua việc quảng bá cho cuộc truy tìm những quy luật tối hậu và coi đó như một hoạt động khoa học duy nhất đáng theo đuổi, bất chấp hàng hà sa số bằng chứng thực nghiệm chứng tỏ rằng ngược lại như thế mới là đúng. Ta có thể phủ bác huyền thoại quy giản luận bằng cách chứng minh rằng các quy tắc là đúng rồi sau đó thách thức những người cực kỳ thông minh áp dụng chúng để tiên đoán mọi việc. Việc họ không thể tiên đoán được cũng giống như khó khăn mà thầy *Phù thủy xứ Oz* vấp phải trong việc đưa cô gái mồ côi Dorothy Gale từ vương quốc của ông trở về quê hương Kansas của cô. Về nguyên tắc thì thầy phù thủy có thể làm được việc đó, nhưng trước hết phải giải quyết được một vài chi tiết phép thuật rầy rà. Người ta phải tạm thời bằng lòng với những lời khen ngợi và những tiếng vỗ tay sáo rỗng mà không cần để tâm đến người chỉ đạo đứng sau cánh gà. Vấn đề thực sự nằm ở chỗ vương quốc Oz là một vũ trụ khác hẳn với vùng quê Kansas, và việc đi từ thế giới này sang thế giới kia là vô nghĩa. Xét như một vấn đề thực tiễn thì cái huyền thoại cho rằng hành trạng tập thể phải xuất phát từ quy luật hoàn toàn là một bước lùi. Thay vì thế, quy luật phải được phát sinh từ hành trạng tập thể, cũng giống như mọi việc đều phát sinh từ hành trạng ấy, không khác gì trong toán học và logic học. Lý do khiến tâm trí ta dự đoán và làm chủ được những cái mà thế giới vật chất làm không phải vì ta đầy tài năng, mà vì tự nhiên tạo điều kiện cho ta nhận hiểu bằng việc nó tự tổ chức và phát sinh ra quy luật.

Giữa thời đại ngày nay và thời đại vừa mới qua có một sự khác nhau quan trọng, đó là việc người ta đang ý thức được rằng có cả những định luật xấu lẫn những định luật tốt. Những định luật tốt, thế như tính rắn hoặc thủy động lực học lượng tử, tạo ra khả năng

tiên đoán về mặt toán học thông qua cơ chế bảo vệ, đó là tính không nhạy cảm của một số đại lượng đo được đối với những khiếm khuyết của mẫu hay đối với những sai sót trong tính toán. Nếu thế giới là một cõi giới vui tươi chỉ gồm toàn những định luật tốt thì đúng là toán học hẳn phải luôn có khả năng tiên đoán và việc làm chủ tự nhiên phải luôn được hiểu là việc bằng mọi cách có được những cỗ máy tính đủ lớn và đủ mạnh. Cơ chế bảo vệ hẳn sẽ hạn gấn mọi sai sót. Nhưng trong thế giới thực sự chúng ta đang sống có nhan nhản những định luật hắc ám, chúng phá hủy khả năng tiên đoán bằng cách làm cho các sai sót trở nên trầm trọng thêm và khiến cho những đại lượng đo được trở nên rất nhạy bén đối với những tác nhân bên ngoài không nằm trong tầm kiểm soát. Cái căn bản trong Thời đại Đột sinh là phải canh chừng những định luật hắc ám và khéo léo lánh xa chúng ra, vì nếu không ta sẽ bị dẫn dụ vào những cạm bẫy của sự ảo tưởng. Một loại cạm bẫy kiểu như vậy là việc sơ sễ vượt qua Rào Cản Quan Yếu, và do đó tạo ra hàng loạt lỗi mòn có vẻ như logic xuất phát từ những tiền đề gần giống hệt nhau để rồi đi đến những kết luận khác nhau một trời một vực. Khu tác động này xảy ra, nó chính trị hóa cuộc thảo luận bằng việc tạo ra những cách "kiên giải" loại trừ lẫn nhau đối với những thứ vốn không thể phân biệt được với nhau bằng thực nghiệm. Một cạm bẫy khác nữa là việc săn đuổi con Gà Tây Đánh Lạc Hương, cái định luật ảo luôn tìm cách lẩn ra ngoài tầm nhìn và tầm tay với, dù công nghệ đo đạc có được cải tiến đến mức nào đi chăng nữa. Những sự mập mờ do định luật hắc ám sinh ra còn tạo điều kiện cho tính đối trá, ở chỗ chúng cho phép dân nhân định lượng và nhân khoa học vào một thứ trong khi thứ đó trên thực tế lại quá nhạy đối với sự thay đổi thất thường của người tiến hành thí nghiệm tới mức thực ra nó chỉ là một quan kiến riêng mà thôi.

Các vị thần Hy Lạp đã ra đời thông qua một loạt những dàn xếp chính trị, qua đó một bộ lạc hay một nhóm khi giành được ưu thế

trong chiến tranh với một bộ lạc khác thường áp đặt quyền lực của mình không phải bằng cách xóa sạch những vị thần của những kẻ thua trận, là một việc rất khó, mà bằng cách đặt các vị thần này dưới trướng những vị thần của mình.¹ Thần thoại Hy Lạp cổ đại như vậy là những phúng dụ của những sự kiện lịch sử diễn ra trong buổi đầu của công cuộc củng cố nền văn minh Hy Lạp. “Thí nghiệm” trong trường hợp này là chiến tranh và “chân lý” mà nó biểu hiện là một số thực tiễn chính trị nào đó, còn những yếu tố tâm lý góp phần phát minh ra những định luật huyền thoại thì cũng lại giống hệt như những yếu tố ta sử dụng ngày nay để xác định những định luật vật lý. Bạn có thể cảm thấy cả hai đều là những hành trạng mang tính bệnh lý của con người, còn tôi thiên về cách nhìn vấn đề từ góc độ vật lý hơn là từ góc độ chính trị, và vì vậy tôi cho rằng do xã hội loài người nói chung phát triển từ tự nhiên nên nó hẳn là những phiên bản cấp cao thực sự phức tạp của những hiện tượng vật lý sơ khai. Nói cách khác, chính trị là một phúng dụ của vật lý, chứ không phải ngược lại. Tuy nhiên, nhìn từ góc độ nào đi nữa thì sự giống nhau giữa hai cái cũng nhắc nhở ta rằng một khi khoa học bắt đầu mang màu sắc chính trị thì nó cũng chẳng khác gì tôn giáo nhà nước. Trong một hệ thống chân lý được xây dựng dựa trên sự đồng thuận thì người ta có quyền hy vọng rằng các vị thần giả tạo phải được tôn lên ngay một cách có hệ thống trong thánh đường và coi đó như một việc đã được kinh nghiệm chứng thực, còn thuyết về nguồn gốc vũ trụ mỗi khi có nhu cầu đều phải được coi là mang tính hư cấu, đúng như những gì đã xảy đến với xã hội Hy Lạp cổ đại, cùng với những lý do như nhau.

Theo những câu chuyện thần thoại về sáng thế của Hy Lạp thì nhiều thứ trong thế giới hiện đại, nhất là các lý thuyết vũ trụ học, đều chỉ là trò cười. Những gì nổ tung, thể như thuốc nổ hay Big Bang, là những thứ không ổn định. Những lý thuyết về các vụ nổ,

¹ R. Graves, *The Greek Myths, Vol 1* (Nxb Penguin Books, Baltimore, MD, 1961), trang 31.

bao gồm cả việc nói về những giây đầu tiên của vụ nổ lớn Big Bang, là những lý thuyết đã vượt qua Rào Cản Quan Yếu, và do đó chúng vốn là những lý thuyết không có cách gì chứng minh là sai được, bất chấp vô số “bằng chứng” được đưa ra, chẳng hạn như sự phong phú của các đồng vị trên bề mặt các ngôi sao và sự bất đẳng hướng của bức xạ vũ trụ nền. Người ta cũng hoàn toàn có thể đưa ra yêu sách muốn tìm cách từ những thiệt hại gây bởi một cơn cuồng phong để suy ra các đặc tính của nguyên tử. Bên kia Big Bang, chúng ta có những khái niệm thực sự không có cách chứng minh là sai được, đó là những khái niệm về sự nảy nở của những vũ trụ tí hon với những đặc tính khác nhau diễn ra chầm chẫn là trước thời kỳ lạm phát, mà về cơ bản ta không dò được vì chúng xảy ra ở phía bên kia chân trời ánh sáng. Thậm chí sâu xa hơn nữa, ta còn có nguyên lý vị nhân - cách “giải thích” cho rằng vũ trụ mà ta nhìn thấy được có những đặc tính như nó có là vì ta đang hiện diện trong đó. Giá xưa kia Voltaire cũng khai thác chủ đề này thì vui biết mấy. Trong bộ phim khoa học viễn tưởng *Cuộc Gặp (Contact)*, nhân vật nữ do Jodie Foster sắm vai đã gợi ý cho người yêu của cô hiểu rằng có lẽ Thượng Đế tạo ra loài người để bù đắp lại cảm giác cô đơn và yếu ớt trong vũ trụ bao la này. Hẳn cô sẽ bị công kích dữ dội hơn nếu nói về những lý thuyết không thể chứng minh là sai về nguồn gốc của vũ trụ. Động cơ chính trị của những thứ lý thuyết kiểu này và của những lý thuyết do những người Hy Lạp cổ xưa đưa ra chẳng qua chỉ là một.

Bản chất chính trị của các lý thuyết vũ trụ học cho thấy làm thế nào chúng có thể hợp nhất một cách dễ dàng với lý thuyết dây, một bộ máy toán học mà thật ra có rất ít điểm chung với chúng. Lý thuyết dây là một lý thuyết nghiên cứu một dạng vật chất ảo, được làm từ những đối tượng có uqangr tính, mà cụ thể là các dây, chứ không phải từ các điểm hạt như tất cả các dạng vật chất ta vẫn biết xưa nay - bao gồm cả vật chất hạt nhân nóng - vốn được chứng minh

bằng thực nghiệm. Lý thuyết dây rất hay và đáng để suy nghĩ, vì quá nhiều mối liên hệ nội tại của nó đơn giản và đẹp đến bất ngờ. Tuy nhiên, nó chưa có ứng dụng thực tiễn nào ngoài việc duy trì huyền thoại về một lý thuyết tối hậu. Chưa có bằng chứng thực nghiệm nào chứng tỏ sự tồn tại của các dây trong tự nhiên, và cũng chưa có cơ sở toán học đặc biệt nào về lý thuyết dây cho phép tính toán hay tiên đoán một cách dễ dàng hơn hành trạng thực nghiệm đã được biết. Hơn nữa, những đặc tính phổ học phức tạp của phần không gian mà những máy gia tốc lớn hiện nay có thể khảo sát được lại chỉ được lý thuyết dây giải thích là "hiện tượng luận năng lượng thấp" - một thuật ngữ mang tính miệt thị đối với những đặc tính đột sinh vượt lên của vật chất không thể tính toán được trên cơ sở những nguyên lý ban đầu. Trên thực tế, lý thuyết dây là một trường hợp kinh điển của con Gà tây Đánh Lạc Hướng, một tập hợp tuyệt đẹp các ý niệm luôn sẽ nằm ngoài tầm tay. Nó chẳng hề là một niềm hy vọng tuyệt vời về mặt công nghệ cho một ngày mai vĩ đại, mà thay vào đó nó lại là hệ quả bị đát của một hệ thống tin điều đã lỗi thời - trong đó hiện tượng đột sinh không đóng vai trò gì cả, và định luật hắc ám cũng không tồn tại.

Sự giống nhau với tôn giáo Hy Lạp còn được áp dụng cho một hình ảnh tồi tệ hơn của nghiên cứu, trong đó việc các nhà khoa học tranh chấp nhau xem vị thần đột sinh của ai mạnh hơn là một thực tế diễn ra hàng ngày. Hiện tượng bán dẫn thông thường có thể coi là một ví dụ minh họa. Khi tôi còn là sinh viên có nghe người ta đồn rằng bộ lạc các nhà khoa học nghiên cứu bán dẫn sống yên lành ở Thung lũng Silicon và đang thờ phụng đặc tính kết tinh, mà những cô con gái của tinh kết tinh này là những nữ thần của vùng hóa trị và vùng dẫn, những vị thần mang lại hoạt động và sự thịnh vượng của tranzito. Nhưng rồi họ bị bộ lạc thù địch xâm lược, đó là bộ lạc các nhà hóa học, những người không thờ phụng tinh thể mà lại thờ phụng phân tử và tin rằng con cái của vị thần phân tử này

- quỹ đạo phân tử thấp nhất chưa bị chiếm chỗ và quỹ đạo phân tử cao nhất đã bị chiếm chỗ - mới là nguyên nhân thực sự khiến cho tranzito hoạt động, và rằng những tín đồ của các vị thần cũ là thấp hèn và nhơ bẩn. Hai bộ lạc lao vào một cuộc chiến tương tàn - chiến đấu với vũ khí là những thông tin giả mạo, những mưu mẹo, là sự từ chối gọi tên những vị thần của bộ lạc kia - mỗi phe đều hy vọng làm cho đối phương đối nguồn kinh phí nghiên cứu để phải đi đến chỗ bị hủy diệt. Cuộc chiến đi đến bế tắc và để lại dấu tích cho đến tận ngày nay. Như những gì vẫn thường xảy ra trong các cuộc xung đột kiểu như vậy, chiến tranh không nhằm vào những vấn đề quan niệm chút nào, mà nhằm vào tiền bạc, vì các vị thần tham chiến là một, chỉ khác nhau ở tên gọi mà thôi. Những cuộc chiến tương tự như vậy diễn ra thường xuyên trong ngành sinh học, mặc dù chúng tàn độc hơn rất nhiều do liên quan đến những nguồn lợi lớn hơn.

Bước quá độ chuyển sang Thời đại Đột sinh còn được đặc trưng bởi sự gia tăng mối đe dọa của các phản lý thuyết, những khối tư tưởng lớn có nguy cơ chặn đứng hoạt động nghiên cứu và do đó sẽ cản trở công cuộc khám phá. Những loại phản lý thuyết hiện là một mối đe dọa lớn hơn, vì để ra chúng thì chẳng tốn kém mấy nhưng để tiêu diệt được chúng thì lại tốn kém vô cùng chứ không dễ dàng như trước kia, một phần cũng là vì nhu cầu viện đến chúng ngày lại càng tăng. Một thế giới đầy những định luật đang sinh sôi nảy nở, một số là những thiên thần, một số khác lại là quỷ dữ, được coi là ít quyền rũ hơn hẳn so với một thế giới ngự trị bởi một quy luật thiện tâm ưu tú, thể như thuyết tiến hóa, khiến cho người ta thấy chẳng cần gì phải tìm hiểu thêm nhiều. Phản lý thuyết chính yếu của thời đại này là ý niệm cho rằng không còn lại điều gì cơ bản cần khám phá nữa, do đó cái thế giới ta đang sinh sống chỉ là một lô một lốc chi tiết chẳng thuộc về ai, và có thể được sử dụng một cách hợp lệ thông qua những chiến thuật kinh doanh - quản lý tài nguyên, cạnh tranh bằng quảng cáo, thích nghi thì sống còn, v.v....

Một hệ luận được chấp nhận là không làm gì có chần lỵ tuyệt đối, chỉ có các loại sản phẩm như những cái áo phông hay những chiếc bánh hamburger mà người ta sẽ quẳng đi khi chúng hết giá trị sử dụng. Các phản lý thuyết là những hệ ý niệm nguy hiểm, không chỉ vì chúng cản trở nghiên cứu, mà còn vì chúng ru ngủ khiến người ta lơ là trước mối đe dọa là địch thủ sẽ lợi dụng chúng để kiếm lời.

Trong Thời đại Đột sinh, những hệ ý niệm lỏng lẻo dễ dàng hơn nhiều so với trong quá khứ. Nguyên do của việc này nằm ở chỗ những định luật kế thừa rất tinh tế và do đó để chứng minh chúng một cách chính xác sẽ rất tốn kém, cộng vào đó là tất cả chúng ta ai cũng có những động cơ kinh tế mạnh mẽ để nhìn những định luật này dưới ánh sáng có lợi nhất cho bản thân mình, kể cả nếu chúng có không chính xác. Phải tự kiểm chế ghê lắm mới chế ngự được những tham vọng ấy, nhất là khi kế sinh nhai bị đe dọa. Người bình thường không thể cứ làm thế mãi được. Kết quả dẫn đến là, một bộ phận lớn cơ sở tri thức đã được xác lập của khoa học hiện đại cũng chẳng đúng gì hơn so với trường hợp của Thời đại Quy giản luận, điều buộc ta phải nhìn khoa học với con mắt hoài nghi hơn, và đánh giá sự đồng thuận thấp hơn.

Đầu năm rồi tôi được đến Thượng Hải lần đầu. Đó là nơi mà chúng tôi tổ chức một cuộc gặp mặt nhỏ hàng năm với một nhóm đồng nghiệp xuất sắc người Nhật mà tôi gọi riêng cho mình là “Bộ thất Vĩ đại”.¹ Những người này hay đến mức mà việc trao đổi ý kiến với họ đã cập nhật cho tôi thông tin về tất cả những thứ quan trọng trong lĩnh vực của mình và họ lại còn cố tránh tối đa cho tôi việc đi lại. Chúng tôi thường gặp nhau ở Hawaii, nhưng năm nay chúng tôi tổ chức ở Trung Quốc, cũng là một cách hỗ trợ bạn bè ở đó và để giảm bớt chi phí. Sự bùng phát dịch SARS lần thứ nhất, lúc đó vừa bắt

¹ Bộ thất vĩ đại gồm có T. Ando, Hiroshi Eisaki, Atsushi Fujimori, Naoto Nagaosa, Tajima, Yoshi Tokura, và Shen-ichi Uchida. Họ thực tế gồm 8 người nếu tính cả đến Sadamichi Maekawa, người từng là thành viên của nhóm.

đầu, là nguyên nhân cho việc cắt giảm kinh phí lần này. Thật đáng sợ, nhưng không đến nỗi làm chúng tôi quá mệt mỏi. Chúng tôi đeo khẩu trang những lúc cần thiết. Việc thăm viếng đất nước Trung Hoa đa sắc tộc là một dịp để người phương Tây tăng cân, vì Trung Hoa ngang đũa với Pháp trong việc được xem như kinh đô ẩm thực của thế giới. Trong nền văn hóa này, việc mời khách ăn “vừa đủ” được coi là vô lễ với khách. Thức ăn bao giờ cũng thừa mứa, mà lại toàn đồ ngon nữa chứ. Và thế là trong khách sạn Golden Temple, cạnh thác nước giả, với hình chụp các yếu nhân như Tổng thống Clinton treo trên tường, là cả một đám rước dài vô tận những sủi cảo, há cảo, thịt heo kho dầu hào, cải bẹ nấu tôm, gà cay đặc biệt của Hô Nam, và bao nhiêu món khác nữa, cùng với bia địa phương ngon tuyệt. Một vài người trong đoàn chúng tôi đến xem một câu lạc bộ nhạc Jazz sau bữa tối hôm đó, còn tôi thì mệt nhoài, và quyết định cùng đoàn quay về khách sạn. Con đường đèn treo đầy đèn cacbon sáng trưng như trong phim Hollywood, và có rất nhiều cặp trai gái đi dạo chơi tối. Mọi thứ cứ thế diễn ra đến khoảng mười một giờ khuya, khi đèn bắt đầu tắt như mọi đêm và loa phong thanh nhắc nhở mọi người trở về nhà. Trung Quốc là một đất nước bị hệ tư tưởng dày vỏ khổ sở và giờ đây đang dần tách ra khỏi những ảnh hưởng của nó, phần nào nhờ vào lượng vốn lớn từ Singapore, Hồng Kông, và Đài Loan đổ vào. Quốc gia này đã và đang phải đi một chặng đường rất dài, và trên con đường ấy, người bản xứ vẫn còn ngưng ngưng vì quá khư của mình và không muốn người ngoài nhìn thấy nó - dù rằng những người ngoài cuộc như chúng tôi hiểu rất rõ, bởi bản thân chúng tôi cũng đã từng trải qua những tình huống như vậy.

Kết quả là Thượng Hải phần nào chân thực, và phần nào chỉ là một màn kịch đầy ấn tượng với một sự hào nhoáng nhiều hơn bình thường ngoài bề mặt. Nhưng đó cũng là một lời ghi nhận: tôi đã bỏ lại sau lưng hệ tư tưởng của mình, và đó là cái mà tôi hướng tới.

Những người như chúng tôi sống ở những quốc gia công nghiệp

tân tiến hiểu rằng điều đó thật không dễ dàng, và tôi ngờ rằng sẽ có nhiều trắc trở chờ đợi ở phía trước đối với những con người này khi mà sự thật phũ phàng của những nền kinh tế thị trường tự do cuối cùng sẽ chạm trán với hệ thống xã hội chủ nghĩa bao cấp. Nhưng dù thế nào thì cảm nghĩ của họ lúc này vẫn là một cảm nghĩ can đảm và sáng suốt. Khi còn ở Thượng Hải, tôi đã đề cập ý tưởng này với một đồng nghiệp của mình, một người sâu sắc, nông hậu từng sống nhiều năm ở Trieste, công tác tại Trung tâm Vật lý Lý thuyết Quốc tế và giờ quay về lại Bắc Kinh. Anh suy nghĩ một thoáng rồi nhận xét rằng quan sát của tôi rất đậm chất Mỹ. Anh ấy có ý coi đó như một lời khen, và tôi cũng nhận lấy lời khen ấy.

Những âm hưởng đau đớn của Hy Lạp cổ đại trong khoa học hiện đại mình họa vì sao chúng ta không thể sống với cái không chắc chắn của Thời đại Đột sinh, ít nhất là không thể sống lâu dài với nó. Người ta thường nghe rằng ta phải chấp nhận nó, vì những định luật tổng thể thì không quan trọng, còn những định luật phụ trợ nhỏ thì lại quá tốn kém để bới tìm chúng, nhưng luận cứ này đã thật sự lạc hậu. Trong những giai đoạn mà sự mơ hồ đang gia tăng, người ta cần có *nhều* những phép đo mang tính dinh lượng cao hơn, chứ không phải ít hơn. Một phép đo mà không thể thực hiện chính xác, hay không thể lặp lại được ngay cả khi nó chính xác đi nữa, thì không bao giờ có thể tách rời khỏi chính trị, và từ chỗ đó sẽ sản sinh ra các huyền thoại. Càng nhiều những cách hiểu mông lung bao nhiêu thì những luận bàn lại càng mang ít tính khoa học bấy nhiêu. Hiểu theo nghĩa này thì phép đo chính xác chính là định luật khoa học, và là một môi trường mà trong đó người ta không được phép nghĩ đến việc đo lường thiếu chính xác.

Nhu cầu về sự chính xác, đến lượt nó, làm tăng gấp bội nhu cầu về một truyền thống Hy Lạp khác, đó là việc bàn luận cởi mở về các ý tưởng và liên tục tách bạch những thứ có nghĩa khỏi những thứ vô nghĩa. Riêng một mình sự chính xác không đảm bảo cho định luật

tốt. Hiệu ứng phụ của việc cung cấp tài chính cho các hoạt động thực tiễn trong Thời đại Đột sinh là làm loãng nội dung một chất phụ gia, sinh ra câu chuyện tiểu lâm nổi tiếng kể rằng tờ *Tạp chí Physical Review* hiện nay dày đến mức nếu xếp thành chồng, số này tiếp số kia thì sẽ tạo ra được một bề mặt chuyển động nhanh hơn vận tốc ánh sáng - mặc dù nó không vi phạm nguyên lý tương đối vì *Tạp chí Physical Review* không chứa thông tin nào hết. Vấn đề không chỉ nảy sinh riêng trong địa hạt vật lý; nó nảy sinh là do những trung tâm thí nghiệm lớn không thể liên tục xin được tiền tài trợ nếu không bảo vệ được công việc của họ trước những lời chỉ trích; họ thường làm việc đó bằng cách tạo ra những quy chế độc quyền nhằm tự đánh giá xem đâu là những ý tưởng, những tư duy quan trọng, dù thực ra chúng chẳng quan trọng gì. Trong những trường hợp quá khích, người ta có thể đưa ra cả một mạng lưới phức hợp các phép đo rắc rối chẳng phục vụ bất kỳ một mục đích nào ngoài việc làm dày thêm các tạp chí và vồ béo nhanh chóng các tài khoản. Để có được tiến bộ thực sự, người ta cần phải pha trộn thêm vào công nghệ của mình một chút ít nguyên nhân hủy diệt có tính sáng tạo. Người ta phải viện đến cả thuyết âm dương như một ẩn dụ về sự hiệp thông mang tính sáng tạo này, nhưng tôi thì thích đổi cái biểu tượng hiệp thông này thành ra bờ trái và bờ phải của con sông Seine. Bờ phải là chính quyền và phép đo, bờ trái là tình trạng vô chính phủ và nghệ thuật, và sự đung độ giữa chúng chính là thành phố Paris. Một trong những người bạn đồng nghiệp Pháp của tôi còn nói hay hơn: "Quả vậy", anh nháy mắt nói, "tôi đã từng ở bờ bên phải".

Quay trở lại tháng Mười Một năm 1998, một tháng sau khi giải Nobel cho chúng tôi được công bố, tất cả những người nhận giải và vợ chồng của họ được mời tới dự một bữa tiệc trang trọng tại nhà của đại sứ Thụy Điển tại Washington. Đó đúng là một động thái khôn ngoan của ngài đại sứ, vì ông đã lợi dụng bọn tôi làm mỗi để

nhứ sân khấu chính trị Washington đi vào nhà mình. Việc đó đã thành công mỹ mãn.

Một trong số thư khách ngồi cùng bàn với tôi hôm đó có tấm danh thiếp ghi tên "Safire" đặt trước mặt, nhưng ông này có vẻ đậm người hơn và e dè hơn người phụ trách chuyên mục trên báo tên là William Safire mà tôi vẫn ngỡ. Tôi quay sang thắc mắc hỏi ông và được ông cho biết ông chính là nhà báo nổi danh ấy. Cặp vợ chồng ngồi bên phải tôi lấy làm rất thú vị về chuyện này và thi thàm giải thích với vợ chồng tôi rằng không hẳn bất kỳ thứ gì ông ta nói ta đều cần đồng tình, nhưng được nói chuyện với ông ta thì thật tuyệt. Hóa ra cái ngài Safire này biết vô khối chuyện hay, và thật thú vị là bao gồm cả những chuyện về vật lý học. Ông ấy từng học cùng lớp với Leon Cooper, người nhận giải Nobel cho lý thuyết siêu dẫn cùng với John Bardeen và Bob Schrieffer, và vẫn thường xuyên gặp gỡ nói chuyện với ông này. Rồi bỗng anh ta tung ra một quả bom tấn: Leon tin rằng vật lý học đã chết rồi. Ông nghĩ rằng chẳng còn gì quan trọng đáng để làm nữa, và đã chuyển sang nghiên cứu xử lý mô phỏng các đường tín hiệu của bộ não.

Tới lúc đó thì ở giữa phòng thầy mọi người xôn xao và có thông báo sau bữa ăn sẽ là một trò vui, trong đó những người mới nhận giải Nobel sẽ đứng trước micrô nhận các câu hỏi từ phía khán giả để trả lời, thông qua sự chọn lọc câu hỏi của người chủ lễ sao cho phù hợp. Và thế là trong khi mọi người sốt sắng viết các câu hỏi vào những mảnh giấy nhỏ thì Dan, Horst và tôi xin phép mọi người bước lên bục. Cuối cùng, đến phiên chúng tôi nói thì hóa ra phần lớn chỉ là các câu hỏi thông thường, thế như công trình nghiên cứu của chúng tôi có ích lợi gì, và chúng tôi sẽ sử dụng tiền thưởng như thế nào. Horst lại nhận được một câu hỏi hóc búa: liệu lý thuyết của Einstein có còn thích hợp nữa không? Tôi chắc chắn rằng câu này do Safire hỏi, dựa trên những gì chúng tôi vừa nói chuyện, nhưng dù sao đi chăng nữa, đây cũng là một câu hỏi mà nhiều người quan

tâm. Horst hơi run và gượng gạo trả lời rằng anh ấy không phải là nhà vật lý "kiểu như thế" nên không đủ kiến thức chuyên môn để trả lời. Đó chính là kiểu trả lời đầy chất xã giao trong các cuộc họp bàn về hiện tượng bán dẫn, nơi mà một phần của tư cách nghề nghiệp đòi hỏi phải có thái độ bảo thủ cực đoan và thái độ tỏ vẻ thờ ơ đối với những chuyện như vậy, nhưng điều đó lại không thích hợp chút nào với một nhóm thỉnh giả như hôm nay. Và nó cũng không được trung thực, vì nói cho cùng thì tất cả chúng tôi đều là những nhà vật lý "kiểu như thế" cả. Nên tôi đã xin phép dùng micro chốc lát để trả lời câu hỏi theo cách của tôi. Tôi nói rằng những ý tưởng của Einstein *chắc chắn* là đúng đắn, và hàng ngày người ta có thể nhìn thấy bằng chứng, nhưng ý tứ sâu xa của câu hỏi không hẳn là nằm ở chỗ liệu thuyết tương đối có đúng đắn hay không, mà là liệu những thứ cơ bản có còn cần quan tâm nữa không và liệu có còn điều gì cơ bản để khám phá nữa không. Tôi giải thích rằng trong những chuyến công du vòng quanh thế giới tôi đã phải nghe đi nghe lại mãi chuyện này và rồi nhận thấy đó là một sự ngạo mạn về mặt công nghệ - giống như cái đề xuất vào năm 1900 cho rằng chắc phòng phát bằng sáng chế nên đóng cửa sớm thôi, vì mọi thứ đều đã được phát minh hết sạch rồi. Hãy nhìn xung quanh quý vị mà xem, tôi nói. Ngay trong căn phòng này thôi cũng còn vô khối những thứ chúng ta không hiểu. Chỉ có những ai học hành quá nhiều đến mù cả đầu mới không nhận ra điều ấy. Ý niệm cho rằng cuộc vật lộn để nhận thức thế giới tự nhiên đã chấm dứt không chỉ sai, mà sai một cách lố bịch. Bao quanh chúng ta là vật chất đầy những phép màu bí hiểm, và nhiệm vụ không ngừng nghỉ của khoa học là làm sáng tỏ những phép màu ấy. Căn phòng lặng xuống trong một khoảnh khắc sau khi tôi kết thúc, rồi tiếp đến là một tràng vỗ tay rầm rộ - một sự bác bỏ xứng đáng đối với thứ phản lý thuyết cho rằng khoa học đã chết. Tôi quay về ban, trong lòng khoan khoái với kết quả câu trả lời và cảm thấy vui khi Safire sau đó khuyên tôi nên viết một cuốn sách.

Tràng vỗ tay ở buổi tiệc tại nhà ông đại sứ không có gì lạ thường như ta tưởng, vì tôi đã từng phát biểu một cách mạnh mẽ như thế ở khắp mọi nơi và cũng từng nhận được những đáp trả y như thế. Lần đầu tiên không phải ở Hoa Kỳ mà là ở Nhật Bản. Tôi hỏi đó cứ ngỡ vì Nhật là một đất nước theo đạo Phật, nhưng tôi đã nhầm. Tôi đã lặp lại bài phát biểu ở Amsterdam và kết quả cũng gần như vậy, cũng ngần ấy bàn tay giơ lên xin đặt câu hỏi, và cũng chinh những câu hỏi ấy. Hà Lan là một quốc gia chắc chắn không theo đạo Phật. Sau đó tôi đã thử ở Göteborg, Montreal, và Seoul, kết quả bao giờ cũng giống nhau. Việc người ta hứng thú với vật lý học đến như vậy ở mọi ngõ ngách trên trái đất này hẳn không có gì đáng ngạc nhiên. Điều bất ngờ thực sự là nó diễn ra giống hệt nhau ở hết quốc gia này đến quốc gia khác. Thế giới dường như có một nguồn dự trữ dồi dào những con người sâu sắc, làm đủ mọi ngành nghề: kinh doanh, dược, chính quyền, kỹ nghệ, nông nghiệp; họ là những người yêu thích khoa học và bằng vào trực giác hiểu được rằng còn nhiều, rất nhiều điều mới mẻ trong tương lai.

Khi chuyển sang Thời đại Đột sinh ta phải học cách chấp nhận lương năng thông thường, mà quên đi và bỏ lại phía sau thói quen xem thường những kỳ quan có tính tổ chức của tự nhiên, và chấp nhận rằng sự tổ chức này rất quan trọng trong bản thân nó và đối với bản thân nó -thậm chí còn là điều quan trọng *bậc nhất*. Những định luật cơ học lượng tử, những định luật hóa học, những định luật trao đổi chất, và những định luật của máy chủ thỏ đang chạy trốn lũ cáo trong vườn trường đại học của tôi, tất cả những định luật ấy đều là từ định luật này mà nảy sinh ra định luật kia, nhưng tập hợp sau chót là những định luật quan thiết đến con thỏ.

Điều đó cũng đúng với cả chúng ta. Ai không chịu tin thì xin mời đi với tôi lên vùng cao nguyên vào tháng Bảy, lúc chẳng ai vội cần đến cơ học lượng tử và các hạt cơ bản làm gì. Chẳng có gì cực nhọc lắm. Ta sẽ thức dậy thật sớm vào một buổi sáng lạnh giá, bật bếp ga

của tôi lên để hâm cacao. May là ban đêm không có con gấu nao mò đến, nhưng chẳng phải vì ta đã khôn ngoan giấu kín đồ ăn, mà là vì lũ gấu thông minh chẳng dại gì bèn mào đến những khu cắm trại đông người. Chúng ta ngồi lên phiến đá hoa cương lạnh toát chiêm ngưỡng những đốm mica lấp lánh li ti đủ kích cỡ và hình dạng, nhắm nháp một ngậm cacao nóng hổi và ngắm nhìn những tia nắng rực rỡ nhuộm vàng đỉnh núi đang lan dần xuống thấp. Một luồng hơi nước nóng lụp bụp suốt đêm len qua những bụi cây quả gai cách ta chỉ vài bước chân, như đang cùng đồng hành với ta. Những viên cuội xám nằm la liệt khắp nơi trên các phiến đá hoa cương hoặc trên đất, đôi chỗ được che phủ bởi một tấm thảm lá thông. Mọi người khác vẫn còn ngủ. Ngọn gió lạnh thổi qua khe núi một lúc và ngớt dần để rồi đổi ngược hướng vào buổi sáng. Ánh nắng lan tỏa chiếu sáng lần lượt từng thân cây, rồi cuối cùng ngập tràn mặt đất, làm mấy người đang ngủ lều bàu chột tỉnh, và hiểu ngay rằng họ sẽ bị nướng chín nếu tiếp tục nằm trong túi ngủ. Rồi thì những lời câu nhàu cũng nhường chỗ cho tiếng ủng lộp cộp, tiếng xoong chảo nhôm va chạm xúng xoàng, và mấy câu chuyện không đầu vào đầu về việc ai thắng ván bài hôm qua, ai là người phụ trách cháo bột yến mạch cho bữa sáng, và ai để lẫn đầu mất mấy cuộn giấy vệ sinh. Vậy là hoạt động mang tinh tổ chức đã diễn ra, trong đó cái nhếch nhác từ từ chuyển thành cái tươi tắn và có mục đích, đồ dùng cá nhân linh tinh từ từ tự chúng được sắp xếp vào từng túi, và mặt đất lại trở lại sạch sẽ đâu ra đấy đến mức mấy chú sóc chuột va chim giẻ cùi ngơ ngác chẳng hiểu có chuyện gì xảy ra. Chúng ta bắt đầu khởi hành xuyên rừng hương lên đỉnh núi. Chẳng có ai chuyện trò gì mấy, vì đường lầy lội và nhiều bụi cùi chôn làm vướng chân hơn chúng tôi tưởng, và lại leo núi ở bìa rừng đôi hồi người ta phải tập trung. Thường ở vùng cao, leo ngoài trời nắng thì nóng ran, nhưng chui vào bóng râm lại lạnh toát, đó là bóng của những vĩa đá hoa cương rải rác đây đó với những cây thông mọc ngang thẳng ra từ giữa phiến đá,

chẳng hiểu vì lý do gì. Sau khi bò xuống một con dốc dài cheo leo, chúng tôi tới chân núi và ngạc nhiên phát hiện ra rằng hóa ra ở bên này núi là một cao nguyên thấp mà con lạch của chúng tôi giờ đã thành con suối thấp thoáng trong những lùm cây đậu lupin tím sẫm, chảy uốn éo như một con rắn len lỏi qua những tảng đá cuội lớn chảy về phía một đồng cỏ rộng mênh mông trải đầy hoa dại màu hồng. Những con ong nghệ vui vẻ hút mật của nhau, lại cả một con hươu đực lớn, giật mình nhảy vọt đi khi chúng tôi lại gần. Chúng ta băng qua đồng cỏ đến đầu một cái hồ nhỏ để lấy nước vào đầy bì đóng, ăn vội vài cái bánh mì kẹp bơ lạc và mơ khô, rồi vượt qua chỏm núi thứ hai, lạnh hơn, theo một con đường mòn bụi bặm hình thành bởi nhiều vết vó ngựa. Mặt trời đã đứng bóng, và vì giờ này chúng ta cũng đã bắt đầu thèm được tự thưởng cho mình món bit tết đang đang chờ đợi phía dưới kia, nên cả đoàn cố nhanh chân để đến được trạm nghỉ trước khi trời tối. Mấy dặm đường bằng phẳng cắt ngang qua đồng cỏ khô cằn giữa hai lần đá cuội chuyển thành một con dốc dựng đứng đến chóng mặt nằm giữa khe nứt của một khối đá ba-zan nguyên khối mà từ hai bên thành tuôn ra những khe nước không biết xuất phát từ đâu như một phép màu, rồi đổ xuống, sủi bọt, tới tận thung lũng ở phía dưới. Lê bước đi xuống xuyên qua rừng cây linh sam đỏ phủ đầy mùn xốp và dương xỉ, dọc theo những bãi đá chói chang, chúng ta cuối cùng sẽ đến một biển cây ngải đắng, bốn xung quanh được bao bọc bởi những dãy núi sừng sững, ngọn núi xa nhất ở phía tây đổ bóng dài, báo hiệu trời đã về chiều. Chúng ta đi theo dòng nước, giờ đã là một con sông lớn, qua một hẻm núi đầy mùi thơm của tuyết tùng và thông Jeffrey, trèo ngược lên sườn đá của thung lũng, quyết tâm về đến nơi thật nhanh, đến nỗi chỉ còn thoáng nhận ra ánh chiều hôm đang chiếu xuống con sông mà giờ đây đi qua rất khó. Xuống đến cuối vực đá, con sông gầm lên như một thác nước, đi qua một cây cầu cao bắc qua dòng nước đang chảy cuộn cuộn phía dưới, rất khó nhìn vì trời tối, vấp

ngã dúì dúì trong bóng đêm, lần theo những con đường mòn được thợ tìm vàng làm ra bằng cách đục xuyên qua núi đá, chúng ta cuối cùng cũng đến được đồng cỏ, rồi một bãi quây súc vật lớn với một bãi súc vật thồ mệt mỏi, thóa mãn, rồi đến trạm. Trời đã tối đen. Tôi sẽ dẫn bạn lách qua cánh cửa cọt kẹt vào quán ăn, rồi mua cho bạn một miếng bit tết. Đó ắt hẳn sẽ là thứ sơn hào hải vị tuyệt diệu nhất mà bạn chưa được nếm thử bao giờ.

Chúng ta không phải đang sống ở cuối đường của công cuộc khám phá, mà là ở điểm tận cùng của Quy giản luận, một thời điểm mà hệ y niệm sai lầm của con người muốn làm chủ vạn vật thông qua thế giới vi mô đang bị lý tính và những sự kiện quét đi. Điều đó không phải để nói rằng định luật vi mô là sai, hay không hữu ích, mà chỉ muốn nói rằng trong rất nhiều hoàn cảnh nó không còn quan yếu nữa đối với con cái và với con cái của con cái của nó nữa, tức là đối với những định luật mang tính tổ chức ở cấp độ cao hơn về thế giới.



MỘT VŨ TRỤ LẠ THƯỜNG
PHÁT MINH LẠI MÔN VẬT LÝ HỌC THEO CHIỀU NGƯỢC
Robert B. Laughlin

Chu Lan Đình - Nguyễn Tấn Đạt - Nguyễn Văn Đức dịch

Chịu trách nhiệm xuất bản: NGUYỄN MINH NHỰT
Chịu trách nhiệm nội dung: NGUYỄN THẾ TRUẬT
Biên tập: HAI VAN
Biên: RUI NAM
Sửa bản in: THANH VIỆT
Trình bày: VAN HANH

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ
161B Lý Chính Thắng - Quận 3 - Thành phố Hồ Chí Minh
ĐT: 39316289 - 39316211 - 38465595 - 38465596 - 39350973
Fax: 84 8 38437450 - E-mail: nxhtrc@hem.vn.vn
Website: <http://www.nxbtrc.com.vn>

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN TRẺ TẠI HÀ NỘI
Số 21, dãy A11, khu Đầm Trấu, p. Bạch Đằng, q. Hai Bà Trưng, Hà Nội
ĐT: (04)37734544 - Fax: (04)35123395
E-mail: chinhanh@nxbtrc.com.vn

Khổ: 14,5 cm x 20,5 cm, số: 74-2012/CXB/06-351/Trc
Quyết định xuất bản số 148A/QĐ-Trc, ngày 14 tháng 3 năm 2012
In 2.000 cuốn, tại Xi nghiệp In Nguyễn Minh Hoàng
In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012



Robert B. Laughlin là giáo sư trên ghế danh dự mang tên Robert M. và Ann Bass ở trường đại học Stanford, nơi ông giảng dạy kể từ năm 1985. Năm 1998 ông đồng nhận giải Nobel vật lý cho công trình hiệu ứng Hall lượng tử phân số [fractional quantum Hall effect]. Ông là Viện sĩ Viện Hàn lâm Nghệ thuật và Khoa học, là Hội viên Hội Phát triển Khoa học Hoa Kỳ [American Association for the Advancement of Science], và là thành viên của Viện Hàn lâm Khoa học Quốc gia [National Academy of Sciences]. Ông hiện sống ở Palo Alto, bang California.



20

ISBN 978-604-1-00295-1
Một vũ trụ lạ thường



Giá: 100.000 đ