

KHỞI NGUYÊN CỦA
VŨ TRỤ

LỊCH SỬ 14 TỈ NĂM TIẾN HÓA

Neil deGrasseTyson

Donald Goldsmith

Minh Khôi dịch

KHỞI NGUYÊN CỦA
VŨ TRỤ
LỊCH SỬ 14 TỈ NĂM TIẾN HÓA

⊕ MEGA⁺  NHÀ XUẤT BẢN
THẾ GIỚI

Mục lục

Những lời ngợi ca dành cho Neil deGrasse Tyson	7
Lời nói đầu: Suy ngẫm về khởi nguyên của khoa học.....	10

PHẦN I. KHỞI NGUYÊN CỦA VŨ TRỤ

Chương 1	Buổi ban đầu	20
Chương 2	Tầm quan trọng của phản vật chất	34
Chương 3	Hãy để ánh sáng cứ tỏa sáng	41
Chương 4	Phải có bóng tối	54
Chương 5	Phải có thêm bóng tối	69
Chương 6	Căng thẳng trong vũ trụ!	89
Chương 7	Một hay nhiều vũ trụ?	96

PHẦN II. NGUỒN GỐC CỦA CÁC THIÊN HÀ VÀ CẤU TRÚC VŨ TRỤ

Chương 8	Khám phá các thiên hà.....	108
Chương 9	Nguồn gốc của cấu trúc	119

PHẦN III. NGUỒN GỐC CỦA SAO VÀ HÀNH TINH

Chương 10	Cát bụi trở về cát bụi.....	148
Chương 11	Khi các thế giới còn non trẻ.....	170
Chương 12	Các hành tinh bên ngoài hệ mặt trời.....	182

PHẦN IV. KHỞI NGUYÊN CỦA SỰ SỐNG

Chương 13	Sự sống trong vũ trụ.....	198
-----------	---------------------------	-----

Chương 14	Nguồn gốc của sự sống trên Trái Đất.....	206
Chương 15	Tim kiếm sự sống trong hệ mặt trời.....	225
Chương 16	Tim kiếm sự sống trong Dải Ngân Hà	259
Lời kết: Cuộc tìm kiếm chính mình trong vũ trụ		278
Lời cảm ơn		283
Bảng các thuật ngữ chọn lọc.....		285
Tài liệu tham khảo.....		304
Danh mục nguồn ảnh		306
Mục từ tra cứu.....		309

Những lời ngợi ca dành cho Neil deGrasse Tyson

"[Tyson] đi vào phân tích một loạt chủ đề đa dạng... với sự hóm hỉnh, khiêm tốn và – quan trọng nhất – đầy nhân văn".

— *Entertainment Weekly*

"Một nhân vật có ảnh hưởng bao trùm... Một nhà thiên văn học từ trong xương tủy".

— Carl Zimmer, *Playboy*

"Trở thành nhà thiên văn học được người ta ca tụng là một chuyện. Được ông trời ban tặng khiếu hài hước đúng lúc đúng chỗ lại là chuyện khác. Người ta thường khó có được cả hai điều, nhưng Neil chính là người như vậy".

— Jon Stewart, *The Daily Show*

"Tyson là một ngôi sao, song hành cùng đam mê với các quy luật tự nhiên là cách giải thích hấp dẫn của ông về đủ loại chủ đề từ vật chất tối đến sự ngờ ngẩn của xác sống".

— *Parade*

"[Tyson] tràn trề ý tưởng".

— Lisa de Moraes, *Washington Post*

"Neil deGrasse Tyson rất có thể là người phát ngôn tuyệt vời nhất của khoa học còn sống tới ngày nay".

— Matt Blum, *Wired*

“Hơn bao giờ hết, chúng ta rất cần tìm kiếm các cây bút có thể giải thích không chỉ những điều chúng ta khám phá ra, mà cả cách thức ta khám phá chúng. Neil deGrasse Tyson là một trong những cây bút đó”.

— Anthony Doerr, *Boston Sunday Globe*

“Tyson quảng bá cho khoa học một cách khéo léo đầy tự tin”.

— *People*

“Người thừa kế sự pha trộn hiếm có của Carl Sagan giữa tri thức và sức mạnh giao tiếp”.

— Seth MacFarlane, người sáng tạo loạt phim *Family Guy*

*Dành tặng tất cả những người ngược mắt nhìn lên,
Và cả những ai chưa biết vì sao họ nên làm như vậy*

Suy ngẫm về khởi nguyên của khoa học và khoa học về khởi nguyên

Một sự tổng hợp kiến thức khoa học mới đã xuất hiện và đang tiếp tục phát triển. Trong những năm gần đây, đáp án cho các câu hỏi về khởi nguyên vũ trụ của chúng ta không chỉ đến từ lĩnh vực vật lý thiên văn. Khi nghiên cứu trong địa hạt của các lĩnh vực mới nổi với những cái tên như hóa học thiên văn, sinh vật học thiên văn và vật lý hạt thiên văn, các nhà vật lý thiên văn nhận ra rằng họ có thể hưởng lợi rất nhiều từ sự pha trộn mang tính cộng tác với các ngành khoa học khác. Việc vận dụng nhiều nhánh khác nhau của khoa học để tìm lời giải đáp cho câu hỏi “Ta đến từ đâu?” mang lại cho các nhà điều tra một nguồn sức mạnh mới, xuất phát từ sự hiểu biết có bề rộng và chiều sâu chưa thể lường tượng trước đó về cách thức vận hành của vũ trụ.

Trong ấn bản thứ hai này của cuốn *Khởi nguyên của vũ trụ: Lịch sử 14 tỉ năm tiến hóa*, chúng tôi xin giới thiệu tới bạn đọc sự tổng hợp kiến thức mới mẻ này, bổ sung những khám phá mới trong sinh học, thiên văn học và vật lý thiên văn, bao gồm các kết quả đáng ngạc nhiên sau:

- Năm nghìn “ngoại hành tinh” mới được phát hiện, với hàng loạt điều kiện bề mặt và đặc điểm quỹ đạo vô cùng phong phú. Môi trường của một số hành tinh này rất ủng hộ sự sống bất kể và tồn tại, chỉ ra hướng đi nhằm dự đoán tính phong phú của sự sống trong vũ trụ.
- Các nhà vật lý thiên văn đang triển khai một thế hệ máy dò hoàn toàn mới, có khả năng phản ứng với bức xạ hấp dẫn từ các sự kiện chấn động lớn cách Trái Đất hàng tỉ năm ánh

sáng, vốn được dự đoán trong các lý thuyết của Einstein nhưng chưa bao giờ được ghi nhận trực tiếp cho đến năm 2017. Quan sát thu được từ ba cơ sở trên toàn thế giới đã tiết lộ về sự hợp nhất của các lỗ đen lớn hơn Mặt Trời của ta hàng chục lần, cùng nhiều điều kỳ diệu khác.

- Từng bị coi là lạnh lẽo và nhỏ bé đến mức không thể có khả năng hàm chứa sự sống, một số thiên thể khác ngoài Sao Hỏa hiện được xếp vào nhóm đáng để điều tra. Chúng bao gồm Ceres, tiểu hành tinh lớn nhất; mặt trăng Europa của Sao Mộc và mặt trăng Enceladus của Sao Thổ, với các đại dương rộng lớn bên dưới lớp băng bao phủ toàn bề mặt; và mặt trăng khổng lồ Titan của Sao Thổ, nơi các hồ nitơ lỏng có thể đóng vai trò giống như nước trên Trái Đất.
- Số lượng phong phú các đài quan sát mới trên mặt đất và trong không gian làm sâu sắc thêm cái nhìn của chúng ta về vũ trụ xa xôi, không chỉ trong ánh sáng khả kiến mà còn trong sóng vô tuyến, hồng ngoại và các vùng khác. Việc cải thiện khả năng của các đài quan sát đã tạo ra sự khác biệt giữa hai phương pháp chính để xác định xem vũ trụ đang giãn nở nhanh chậm ra sao. Giải pháp hiện chưa được biết đến của “cuộc khủng hoảng vũ trụ học” này có thể dẫn tới những hiểu biết mới về các định luật vật lý chi phối vũ trụ.

Những điều này, cùng nhiều phát hiện quan trọng khác, cho phép ta giải quyết vấn đề về nguồn gốc không chỉ của vũ trụ mà còn của những cấu trúc lớn nhất do vật chất tạo thành, của các ngôi sao đang chiếu sáng vũ trụ, của các hành tinh có khả năng ươm mầm tốt nhất cho sự sống và của chính sự sống trên ít nhất một hành tinh như vậy và có thể cả ở các nơi khác trong hệ mặt trời cũng như trên khắp vũ trụ.

Chủ đề khởi nguyên vẫn mê hoặc con người vì nhiều lý do, cả lý trí lẫn cảm xúc. Ta khó có thể hiểu được bản chất của bất kỳ điều gì nếu không biết nó đến từ đâu. Trong tất cả những câu chuyện được

nghe, câu chuyện về nguồn gốc nhân loại có sức cộng hưởng lớn nhất với chúng ta.

Vì tự coi mình là trung tâm – điều đó thấm vào xương tủy ta qua quá trình tiến hóa và những trải nghiệm trên Trái Đất – ta nghiêng nhiên tập trung vào các sự kiện và hiện tượng quanh ta trong hầu hết những câu chuyện về nguồn gốc được kể lại. Tuy nhiên, mỗi tiến bộ trong hiểu biết của chúng ta về vũ trụ lại tiết lộ rằng ta đang sống trên một hạt bụi vũ trụ, quay quanh một ngôi sao điển hình ở vùng ngoại biên xa xôi của một thiên hà thuộc loại phổ biến trong ít nhất hàng trăm tỉ thiên hà của vũ trụ. Hiểu biết mới về vai trò hoàn toàn không quan trọng của chúng ta trong vũ trụ đã kích hoạt những cơ chế phòng vệ mạnh mẽ trong tâm lý con người. Nhiều người trong chúng ta vô tình trở nên giống với người đàn ông trong một bộ phim hoạt hình, đang ngược nhìn lên bầu trời đầy sao và nói với bạn đồng hành: “Khi nhìn vào tất cả những ngôi sao này, tôi ấn tượng trước sự tầm thường của chúng”.

Xuyên suốt lịch sử, các nền văn hóa khác nhau đã sáng tạo ra những câu chuyện thần thoại về sự sáng thế, trong đó giải thích nguồn gốc của loài người là kết quả của các thế lực vũ trụ định hình số phận chúng ta. Những câu chuyện lịch sử này giúp xoa tan cảm giác rằng ta thật bé nhỏ. Dù thường bắt đầu với một bức tranh toàn cảnh, nhưng những câu chuyện về khởi nguyên lại nhanh chóng trở về với thực tế trên Trái Đất bằng một tốc độ ấn tượng, vụt qua quá trình hình thành của vũ trụ, của tất cả những gì có trong đó và của sự sống trên Trái Đất, để đến với những lời giải thích dài dòng gồm những chi tiết phức tạp về lịch sử và xung đột xã hội của loài người, như thể bằng cách nào đó, chúng ta đã hình thành nên trung tâm của sự sáng thế.

Hầu hết các câu trả lời “thượng vàng hạ cám” về cuộc tìm kiếm cội nguồn đều chấp nhận, như một tiên đề căn bản, việc vũ trụ vận hành theo những quy tắc chung được tiết lộ cho ta, chỉ ít là về mặt nguyên tắc, nhờ việc xem xét một cách thận trọng thế giới quanh ta. Các nhà triết học Hy Lạp cổ đại đã đưa tiên đề này lên những tầm cao mới, nhấn mạnh rằng con người chúng ta sở hữu năng lực quan sát cách thức vận

hành của tự nhiên, cũng như thực tế đằng sau những gì quan sát được: những sự thật căn bản, chi phối mọi thứ khác. Khá dễ hiểu khi họ nhấn mạnh rằng việc khám phá những sự thật đó sẽ rất khó khăn. Cách đây 24 thế kỷ, trong nhận định nổi tiếng nhất của mình về sự ngu dốt của loài người, triết gia Plato đã so sánh những người nỗ lực theo đuổi kiến thức với tù nhân bị xích trong hang, không thể nhìn thấy những vật thể phía sau mình và do đó phải tìm cách luận ra từ cái bóng của những vật thể đó một mô tả chính xác về thực tế.

Với lối ví von này, Plato không chỉ tóm gọn những nỗ lực của loài người nhằm hiểu về vũ trụ, mà còn nhấn mạnh vào xu hướng tự nhiên của chúng ta là tin rằng các thực thể bí hiểm, chỉ được cảm nhận một cách mơ hồ, đang cai quản vũ trụ và nhìn thấu những kiến thức mà ta giỏi lắm cũng chỉ có thể liếc thấy phần nào. Từ Plato đến Đức Phật, từ Moses đến Muhammad, từ một đảng tạo hóa được giả định đến những bộ phim hiện đại về “ma trận”, con người thuộc mọi nền văn hóa đều đã có lúc đi đến kết luận rằng những thể lực cao siêu hơn đang cai quản vũ trụ, nắm trong tay khả năng thấu hiểu hồ sâu ngăn cách giữa thực tế và bề ngoài vốn dĩ hời hợt.

Nửa thiên niên kỷ trước, một thái độ mới đối với việc tìm hiểu tự nhiên bắt đầu chậm rãi bén rễ. Cách tiếp cận này – ngày nay chúng ta gọi là khoa học – xuất phát từ sự kết hợp của các công nghệ mới và những khám phá được các công nghệ đó thúc đẩy. Sự phổ biến của sách in khắp châu Âu, cùng với những cải tiến trong việc di chuyển bằng đường bộ cũng như đường thủy đã cho phép các cá nhân giao tiếp với nhau nhanh chóng và hiệu quả hơn, để họ biết được những gì người khác đang bàn tới và đưa ra lời hồi đáp một cách mau lẹ hơn nhiều so với trong quá khứ. Trong suốt thế kỷ XVI và XVII, điều này đã đẩy nhanh các cuộc tranh luận qua lại và dẫn tới một cách thức mới để có được kiến thức, dựa trên nguyên tắc rằng phương thức hiệu quả nhất để hiểu về vũ trụ là dựa vào các quan sát kỹ lưỡng, cùng với nỗ lực cụ thể hóa những nguyên tắc chung và cơ bản nhằm giải thích một loạt quan sát như vậy.

Khoa học còn được khai sinh nhờ một khái niệm khác. Khoa học phụ thuộc vào thái độ hoài nghi có tổ chức, tức là dựa trên sự nghi ngờ liên tục và có phương pháp. Hầu như không ai trong số chúng ta nghi ngờ những kết luận của chính mình, do vậy, khoa học khuyến khích cách tiếp cận đầy nghi hoặc của nó bằng cách cho phép người này nghi ngờ kết luận của người khác. Công bằng thì ta có thể gọi cách tiếp cận này là không bình thường; không hẳn vì nó kêu gọi người ta hoài nghi suy nghĩ của người khác, mà vì khoa học khuyến khích và tưởng thưởng cho những người có thể chứng minh rằng kết luận của một nhà khoa học khác là hoàn toàn sai lầm. Đối với các nhà khoa học khác, nhà khoa học sửa chữa lỗi cho một đồng nghiệp hoặc đưa ra lý do chính đáng để nghi ngờ kết luận của người đồng nghiệp đó đang thực hiện một công việc cao cả, giống như một thiên sư bịt tai đệ tử mới nhập môn vì người này đang lạc ra ngoài con đường thiên định, mặc dù giới khoa học chữa lỗi cho nhau với tư cách bình đẳng về vai vế chứ không phải thầy trò. Bằng cách tưởng thưởng cho nhà khoa học tìm ra lỗi sai của một nhà khoa học khác – nhiệm vụ mà bản chất con người giúp chúng ta làm tốt hơn nhiều so với việc nhận ra sai lầm của chính mình – giới khoa học nói chung tạo ra một hệ thống tự sửa chữa thiên bẩm. Họ cùng nhau chế tác nên công cụ hiệu quả nhất của chúng ta cho việc phân tích tự nhiên, vì họ tìm cách bác bỏ lý thuyết của các nhà khoa học khác ngay cả khi ủng hộ nỗ lực tận tụy của những người ấy nhằm nâng cao hiểu biết của nhân loại. Vì vậy, khoa học tạo thành một cuộc mưu cầu tập thể, chứ không phải một xã hội nơi mọi người ngưỡng mộ lẫn nhau.

Giống như mọi nỗ lực thúc đẩy sự tiến bộ của loài người, cách tiếp cận khoa học vận hành trên lý thuyết tốt hơn trên thực tế. Không phải nhà khoa học nào cũng nghi ngờ các đồng nghiệp khác một cách hiệu quả như mong đợi. Nhu cầu gây ấn tượng với các nhà khoa học nắm giữ những vị trí đầy quyền lực, những người mà đôi khi bị lung lạc bởi các yếu tố nằm ngoài tầm hiểu biết của họ, có thể can thiệp vào khả năng tự hiệu chỉnh của khoa học. Tuy nhiên, về lâu dài, sai

sốt không thể cứ tồn tại mãi, vì các nhà khoa học khác sẽ phát hiện ra chúng và thúc đẩy sự nghiệp của họ bằng cách loan báo điều đó. Các kết luận cuối cùng vượt qua được sự công kích của các nhà khoa học khác rốt cuộc sẽ có được vị thế của một “định luật” khoa học, trở thành những mô tả được chấp nhận về sự thật, mặc dù giới khoa học hiểu rằng những định luật này một ngày nào đó có thể sẽ chỉ là một phần của, và lệ thuộc vào, sự thật rộng lớn và thâm sâu hơn.

Tuy nhiên, hiếm có nhà khoa học nào dành toàn bộ thời gian để tìm cách chứng minh sai lầm của các nhà khoa học khác. Hầu hết các công trình khoa học được thực hiện bằng cách thử nghiệm những giả thuyết chưa được khẳng định chắc chắn, dựa trên những kết quả quan sát được cải thiện đôi chút. Tuy nhiên, thỉnh thoảng lại xuất hiện một cách nghĩ mới, đáng chú ý về một lý thuyết quan trọng, hay một loạt quan sát hoàn toàn mới (xây ra thường xuyên hơn trong thời đại tiến bộ công nghệ) mở đường cho một loạt giả thuyết mới. Những khoảnh khắc vĩ đại nhất trong lịch sử khoa học đã và sẽ luôn xuất hiện khi một lời giải thích mới lạ, có thể kèm theo các kết quả quan sát mới, làm chấn động những kết luận của chúng ta về cách thức vận hành của tự nhiên. Tiến bộ khoa học phụ thuộc vào các cá nhân thuộc cả hai nhóm: những người thu thập được dữ liệu tốt hơn và ngoại suy một cách thận trọng từ chúng; và những người chấp nhận nhiều rủi ro – nhưng thu được nhiều thành quả nếu thành công – bằng cách thách thức các kết luận vốn được chấp nhận rộng rãi.

Cái lỗi hoài nghi khiến khoa học không thể dễ dàng chiếm được tình cảm cũng như lý trí của con người, vốn thường né tránh những vấn đề còn gây tranh cãi và ưa thích cảm giác an toàn như những điều có vẻ là sự thật vĩnh cửu mang lại. Nếu cách tiếp cận khoa học chỉ là con đường khác nữa để diễn giải về vũ trụ, nó hẳn sẽ chẳng bao giờ tạo thành thứ gì đáng kể; thành công lớn ở đây là cách tiếp cận khoa học đã phát huy tác dụng. Nếu bạn lên một chiếc máy bay được chế tạo một cách khoa học – dựa trên những nguyên tắc vẫn đứng vững sau vô số nỗ lực phản bác chúng – khả năng tới đích của bạn cao hơn rất nhiều so

với khi lên một chiếc máy bay được chế tạo theo các quy tắc của chiêm tinh học Vệ Đà.

Trong suốt lịch sử tương đối gần đây, khi đối diện với thành công của khoa học trong việc giải thích các hiện tượng tự nhiên, người ta thường phản ứng theo một trong bốn cách sau. Đầu tiên, một thiểu số ít ỏi coi phương pháp khoa học là hy vọng khả dĩ nhất của chúng ta để tìm hiểu tự nhiên, và không tìm thêm những cách khác để hiểu vũ trụ. Thứ hai, một số lượng lớn hơn nhiều phớt lờ khoa học, cho rằng nó không thú vị, mù mờ hoặc đi ngược lại tinh thần con người. (Những người say mê xem truyền hình mà không bao giờ dừng lại tự hỏi rằng hình ảnh và âm thanh đó làm cách nào đến được với họ nhắc cho ta nhớ rằng từ “magic” (ma thuật) và “machine” (cỗ máy) có chung nguồn gốc sâu xa.) Một thiểu số khác, nhận thức được sự tấn công mà khoa học dường như đang gây ra đối với niềm tin họ mang, tích cực tìm cách bác bỏ các kết luận khoa học khiến họ khó chịu hoặc bức tức. Tuy nhiên, hành động này của họ nằm bên ngoài khuôn khổ hoài nghi của khoa học: Có thể dễ dàng khẳng định điều này bằng cách hỏi một trong số họ: “Bằng chứng nào sẽ thuyết phục được bạn rằng bạn đã sai?” Những người bài xích khoa học như vậy vẫn cảm nhận được nỗi khổn khổ mà John Donne mô tả trong bài thơ “An Anatomy of the World: The First Anniversary” được viết vào năm 1611 khi những thành quả đầu tiên của khoa học hiện đại xuất hiện:

And new philosophy calls all in doubt,
 The element of fire is quite put out,
 The Sun is lost, and th'earth, and no man's wit
 Can well direct him where to look for it.
 And freely men confess that this world's spent,
 When in the planets and the firmament
 They seek so many new; they see that this [world]
 Is crumbled out again to his atomies.
 'Tis all in pieces, all coherence gone...

(Tư tưởng mới nghi ngờ mọi vật
Nguyên tố lửa gần như đã tắt
Mặt Trời, Trái Đất đều đã mất,
Và trí khôn không thể định hướng cho ta tìm ra chúng
Con người tự do thừa nhận rằng thế giới đã cạn kiệt
Trong khi trên các hành tinh và trên bầu trời
Họ tìm kiếm nhiều thế giới khác
Họ thấy rằng thế giới này một lần nữa sụp đổ thành tro bụi
Tất cả đã tan tành, mọi gợn kết đều biến mất...)

Thứ tư, một bộ phận lớn khác của công chúng chấp nhận cách tiếp cận khoa học đối với tự nhiên, đồng thời duy trì niềm tin vào các thực thể hiện hữu ngoài tầm hiểu biết của chúng ta và cai quản vũ trụ. Triết gia Baruch Spinoza, người tạo ra câu nói vững chắc nhất giữa tự nhiên và siêu nhiên, đã bác bỏ mọi sự phân định giữa tự nhiên và Thượng đế, và thay vào đó nhấn mạnh rằng vũ trụ đồng thời là tự nhiên và là Thượng đế. Những người theo các tôn giáo truyền thống hơn, mà nhìn chung đều nhấn mạnh sự khác biệt này, thường dung hòa hai khái niệm bằng cách tách biệt giữa nơi chốn vận hành của tự nhiên và của siêu nhiên.

Dù thuộc phe nào, người ta cũng đều cho rằng đây là thời điểm tốt để tìm hiểu những điều mới mẻ trong vũ trụ. Vậy chúng ta hãy bước vào cuộc phiêu lưu tìm kiếm cội nguồn của vũ trụ, làm công việc giống như những thám tử, suy luận về sự thật đằng sau tội ác từ những bằng chứng để lại. Xin mời bạn cùng chúng tôi tham gia tìm kiếm những manh mối vũ trụ – và các phương tiện giải thích chúng – để ta có thể cùng nhau khám phá câu chuyện rằng một phần của vũ trụ đã biến thành chính chúng ta ra sao.

PHẦN I

KHỞI NGUYÊN CỦA
VŨ TRỤ

CHƯƠNG 1

Buổi ban đầu

Ở buổi ban đầu, chúng ta có vật lý. “Vật lý” mô tả cách vật chất, năng lượng, không gian và thời gian hành xử và tương tác với nhau. Tác động qua lại giữa bốn nhân vật này trong bộ phim vũ trụ của chúng ta là nền tảng của mọi hiện tượng sinh học và hóa học. Do đó, mọi điều cơ bản và quen thuộc với người Trái Đất chúng ta đều bắt đầu bằng – và dựa trên – các định luật vật lý. Khi áp dụng các định luật này trong bối cảnh thiên văn học, chúng ta xử lý các vấn đề vật lý quy mô lớn, mà chúng ta gọi là vật lý thiên văn.

Trong hầu hết lĩnh vực nghiên cứu khoa học, nhưng nhất là trong vật lý, giới hạn của khám phá nằm ở những điểm cực độ trong khả năng đo đạc các sự kiện và tình huống của chúng ta. Ở điểm cực độ của vật chất, chẳng hạn như ở vùng lân cận một lỗ đen, lực hấp dẫn tác động mạnh tới không-thời gian, khiến nó bị bẻ cong. Ở điểm cực độ của năng lượng, phản ứng tổng hợp nhiệt hạch tự duy trì bên trong phần lõi nóng tới 15 triệu độ của các ngôi sao. Và ở mọi thái cực vật lý, chúng ta bắt gặp môi trường cực kỳ nóng và đặc, vốn phổ biến trong những khoảnh khắc đầu tiên của vũ trụ. Để hiểu được những gì xảy ra trong mỗi tình huống như vậy, ta phải nắm được các quy luật vật lý được phát hiện sau năm 1900, giai đoạn mà các nhà vật lý giờ đây gọi là kỷ nguyên hiện đại, để phân biệt với kỷ nguyên cổ điển bao gồm tất cả các quy luật vật lý trước đó.

Một đặc điểm chính của vật lý cổ điển là khi dừng lại và suy nghĩ về các sự kiện, quy luật và phỏng đoán, ta có thể hiểu được chúng. Tất cả chúng đều được phát hiện và thử nghiệm trong các phòng thí

nghiệm thông thường, trong các tòa nhà thông thường. Các định luật về lực hấp dẫn và chuyển động, về điện và từ, cũng như về bản chất và cách hành xử của nhiệt năng vẫn được giảng dạy trong các tiết học vật lý ở trường phổ thông trung học. Những khám phá này về thế giới tự nhiên đã thúc đẩy cuộc Cách mạng Công nghiệp, qua đó biến đổi văn hóa và xã hội theo những cách không tưởng đối với các thế hệ trước đó, đồng thời vẫn đóng vai trò trung tâm đối với những điều đang xảy ra, và lý do xảy ra những điều đó, trong thế giới trải nghiệm hàng ngày.

Trái lại, vật lý hiện đại dường như vô nghĩa vì mọi thứ diễn ra trong những điều kiện rất đổi xa xôi, vượt xa những gì mà các giác quan của con người chúng ta phản ứng. Đây là một điều tốt. Chúng ta có thể vui vẻ ghi nhận rằng đời sống hàng ngày của chúng ta hoàn toàn không có sự xuất hiện của vật lý cực độ. Vào một buổi sáng bình thường, bạn ra khỏi giường, đi loanh quanh trong nhà, ăn món gì đó rồi lao ra cửa. Đến cuối ngày, người thân hoàn toàn mong đợi rằng trông bạn sẽ không khác gì so với khi rời nhà, và bạn sẽ trở về trong trạng thái nguyên vẹn. Nhưng hãy tưởng tượng rằng bạn tới văn phòng, bước vào một phòng họp quá nóng để dự một cuộc họp lúc 10 giờ sáng, rồi đột ngột mất hết các electron của mình – hay tồi tệ hơn, mọi nguyên tử trong cơ thể bạn đều bắn tứ tung. Điều này hẳn sẽ vô cùng tồi tệ. Thay vào đó, giả sử bạn đang ngồi trong văn phòng, cố gắng hoàn thành công việc trong ánh sáng của chiếc đèn bàn, thì ai đó bật một chiếc đèn nghìn watt rọi từ trên cao xuống, khiến cơ thể bạn bật nảy một cách ngẫu hứng từ bức tường này sang bức tường khác cho tới khi bạn bị nảy ra ngoài cửa sổ. Hoặc bạn đi xem một trận đấu vật sumo sau giờ làm, nhưng chỉ thấy hai quý ngài gần như hình cầu va chạm với nhau rồi biến mất, sau đó đột nhiên trở thành hai luồng sáng rời khỏi căn phòng theo hai hướng ngược nhau? Hoặc giả sử trên đường về nhà, bạn chọn con đường ít người qua lại, và một tòa nhà tối tăm hút lấy chân bạn trước, kéo giãn cơ thể bạn từ đầu đến chân đồng thời siết chặt xung quanh hai vai để rồi đùn đẩy bạn qua một cái lỗ, từ đó không còn ai nhìn thấy hay nghe được gì về bạn nữa. Nếu những cảnh tượng đó diễn ra trong cuộc sống hàng ngày, chúng ta sẽ thấy vật