

KHOA HỌC KHÁM PHÁ



Một đêm

• **Trịnh Xuân Thuận**

Une nuit

Phạm Văn Thiều
Phạm Việt Hưng dịch



NHÀ XUẤT BẢN TRẺ



Tác giả **TRỊNH XUÂN THUẬN**

Sinh năm 1948, tại Hà Nội.

Tốt nghiệp Học viện Công nghệ California và bảo vệ luận án tiến sĩ tại Đại học Princeton, Hoa Kỳ.

Các sách đã viết:

Giai điệu bí ẩn (1988), *Số phận của vũ trụ: Big Bang và sau đó* (1992), *Trò chuyện với nhà vật lý thiên văn Trịnh Xuân Thuận* (1992), *Hỗn độn và Hòa hòa* (1998), *Cái vô hạn trong lòng bàn tay* (2000), *Nguồn gốc - Nỗi hoài niệm về những thuở ban đầu* (2004), *Những con đường của ánh sáng* (2 tập), (2007).



Tôi yêu đêm mê đắm.
Tôi yêu nó như người ta
yêu quê hương hay
tình nhân của mình,
một tình yêu bản năng,
sâu sắc, không thể
cưỡng nổi. Tôi yêu nó
bằng tất cả các
giác quan của mình,
với đôi mắt để nhìn,

mũi để hít thở, đôi tai
để lắng nghe sự
tĩnh lặng của đêm,
và toàn bộ thể xác tôi
mà bóng tối vượt ve.

Ban ngày làm tôi
mệt mỏi và buồn chán.
Nó tàn nhẫn và ồn ào.
Tôi trở dậy một cách
khó nhọc, uể oải

mặc áo quần, bước ra
khỏi nhà với sự nuối
tiếc, và mỗi bước chân,
mỗi cử động, từng
cử chỉ, mỗi lời nói, mỗi
suy nghĩ đều khiến cho
tôi mệt mỏi như thể
đang mang vác một
gánh nặng trĩu vai.

Nhưng khi Mặt Trời lặn
xuống, một niềm vui

xốn xang, niềm vui
của toàn bộ cơ thể
tràn ngập trong tôi.
Tôi tỉnh thức, tôi
hoạt bát hẳn lên.
Khi bóng tối lớn dần,
tôi cảm thấy mình
khác hẳn, trẻ trung hơn,
mạnh mẽ hơn, tinh táo
hơn, hạnh phúc hơn.

Guy de Maupassant,
Ban đêm

KHOA HỌC KHÁM PHÁ

Chủ biên

PHẠM VĂN THIỀU

VŨ CÔNG LẬP

NGUYỄN VĂN LIỄN

© L'Iconoclaste, Paris, 2017. Bản tiếng Việt © NXB Trẻ, 2020.

BIỂU GHI BIÊN MỤC TRƯỚC XUẤT BẢN DO THƯ VIỆN KHTH TP.HCM THỰC HIỆN
General Sciences Library Cataloging-in-Publication Data

Trịnh Xuân Thuận, 1948-

Một đêm / Trịnh Xuân Thuận ; Phạm Văn Thiều, Phạm Việt Hưng dịch. - In lần
thứ 1. - T.P. Hồ Chí Minh : Trẻ, 2020.

276 tr. ; 20.5 cm. - (Khoa học khám phá).

Nguyên bản : Une nuit.

1. Vũ trụ học. 2. Vật lý thiên văn. 3. Hành tinh. 4. Mặt trăng. I. Phạm Văn Thiều.
II. Phạm Việt Hưng. III. Ts. IV. Ts: Une nuit.

523.1 -- ddc 23
T833-T53

Một đêm



Một đêm

• **Trịnh Xuân Thuận**

Phạm Văn Thiều
Phạm Việt Hưng dịch

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

**Dành tặng vợ tôi và tất cả những ai
chiêm ngưỡng vũ trụ.**

1– Khi màn đêm buông xuống

**Bầu trời, bao la, đầy kìm giữ tuyệt vời,
Nguồn dự trữ không gian, sự dư thừa thế giới.
Và chúng ta, quá xa để có thể nhào nặn,
Nhưng lại quá gần để có thể quay lưng.**

Rainer Maria Rilke,
Thơ đêm

t

ôi ở trên đảo Hawaii nằm giữa Thái Bình Dương. Cảnh quan chẳng hề giống trên bưu thiếp với những bãi biển cát mịn màng và những hàng cây cọ. Phong cảnh khô cằn, thiếu vắng thảm thực vật, gần giống như trên Mặt Trăng: chúng tôi ở trên đỉnh ngọn núi lửa đang ngủ tên là Mauna Kea, một trong những nơi tốt nhất trên thế giới để quan sát bầu trời. Vụ phun trào gần đây nhất đã xảy ra khoảng 5.000 năm trước. Ở độ cao 4.207 m, khoảng bên trên 40% bầu khí quyển của Trái Đất, nên bầu trời vô vùng thuần khiết, không đâu có được. Không khí khô và ổn định; nó không bị ô nhiễm bởi ánh sáng nhân tạo và các phiền toái khác của đô thị.

Các nhà thiên văn học hiểu rõ điều này. Đến từ 11 quốc gia khác nhau (trong đó có Pháp), họ đã dựng 13 kính thiên văn trên đỉnh ngọn núi lửa này. Ở đây có hai kính thiên văn Keck với đường kính gương 10 m, thuộc số các kính thiên văn lớn nhất từng được xây

dựng. Sức mạnh của kính thiên văn phụ thuộc vào lượng ánh sáng nó có thể thu nhận trong một khoảng thời gian nhất định: gương càng lớn, ánh sáng thu được càng nhiều. Hiện nay Mauna Kea là một trong những nơi cao nhất của thiên văn học đương đại, một trong những nơi giàu có nhất về những khám phá vật lý thiên văn. Và sắp tới, người ta sẽ xây dựng ở đây một kính thiên văn thậm chí còn khổng lồ hơn, kính thiên văn TMT (*Thirty Meter Telescope*) với đường kính 30 m. Kích thước chưa từng có này sẽ cho phép nó thu nhận ánh sáng từ vũ trụ hiệu quả hơn chín lần so với kính thiên văn Keck, nghĩa là sẽ nhìn thấy các đối tượng có cường độ ánh sáng yếu hơn và do đó xa hơn, và có thể quay ngược lại thời gian khoảng 13 tỷ năm, tức là thời điểm một tỷ năm đầu tiên kể từ vụ nổ lớn. TMT sẽ phát hiện và cho chúng ta thấy một cách trực tiếp sự ra đời của những ngôi sao và các thiên hà đầu tiên.

Sự bùng nổ các kính thiên văn này trên đỉnh Mauna Kea đang gây ra sự phản đối từ các tổ chức môi trường địa phương. Nhân danh bảo vệ môi trường, địa chất và môi trường sống của một số loài côn trùng. Nhân danh cả những tín ngưỡng truyền thống: Mauna Kea vốn được coi là nơi trú ngụ của các vị thần (Kea là chữ viết tắt của Wakea, nghĩa là “thần trời”) và là một nơi thiêng liêng cần bảo vệ, không cho con người lai vãng tới. Khoa học không

hể coi thường thiên nhiên. Các nhà thiên văn học đã đền đáp lại vị thần trời theo cách riêng của mình: việc quan sát vũ trụ mang một chiều kích tâm linh hết sức sâu sắc.

Còn lúc này, tâm trí tôi đang phiêu du ở xa muôn dặm những tranh chấp này. Mặt Trời đang lặn dần xuống đường chân trời trong bầu trời xanh thẳm thẳm.

Bên trên những đám mây

Khoảng không gian bao la của vòm trời xanh không gợn một đám mây. Không khí yên tĩnh và bình lặng. Các vị thần đã ban cho tôi thời tiết đẹp, đêm nay quan sát sẽ rất tốt. Đó là một kết thúc tốt đẹp cho cuộc hành trình kéo dài và gian nan từ trường đại học của tôi ở Charlottesville, Virginia, đến đảo Hawaii: cả một ngày trên máy bay, vượt qua sáu múi giờ, và sau khi hạ cánh, thêm hàng giờ lái xe đến trung tâm đón tiếp, nơi bố trí ăn ở cho các nhà thiên văn học. Trung tâm này, Hale Pohaku (“ngôi nhà bằng đá” theo tiếng Hawaii), nằm cao hơn mực nước biển 2.800 m. Nhà thiên văn học mới đến phải dành ít nhất 24 giờ để cơ thể của mình thích nghi với độ cao và sự loãng oxygen trước khi leo lên đỉnh Mauna Kea, cao thêm 1.400 m nữa. Vì vậy, chúng tôi đến trước một ngày trước khi bắt đầu thực sự làm việc. Còn một bước

chuẩn bị nữa cho chuyến đi Hawaii này. Để nhận được giấy phép làm việc ở đây ba đêm là kết quả của một quá trình khá dài. Cứ mỗi sáu tháng, NASA lại đưa ra lời mời gọi cộng đồng thiên văn học để thu hút các dự án khoa học tận dụng các kính thiên văn. Sau đó chúng được xem xét và đánh giá bởi một ủy ban các chuyên gia. Chỉ có một trong bốn dự án được chấp nhận. Sự cạnh tranh rất khốc liệt. Ví dụ, để tiếp cận Kính thiên văn không gian Hubble, có độ sắc nét đặc biệt, chỉ một trong năm hoặc sáu dự án gửi tới được chấp thuận.

Dự án nghiên cứu của tôi liên quan tới sự hình thành và phát triển của các thiên hà. Tôi tập trung nghiên cứu về các thiên hà được gọi là “lùn”, cả do kích thước và khối lượng của chúng, bởi tôi nghĩ rằng chúng tạo nên các viên gạch cơ bản của các thiên hà, hoàn toàn tương tự các hạt proton và neutron là những thực thể cơ bản của các hạt nhân nguyên tử cấu tạo nên vật chất. Chính các thiên hà lùn dưới tác dụng của lực hấp dẫn sẽ tập hợp lại để cho ra đời các thiên hà uy nghi trang điểm cho bầu trời, như dải Ngân Hà của chúng ta. Các thiên hà lùn này chủ yếu chứa các ngôi sao trẻ, nóng và nặng, chúng phát ra ánh sáng xanh và ra đời trong những nhà trẻ sao chặt ních (*compact*), chính vì thế chúng được gọi là “xanh đặc”.

Một đêm đẹp trời

Khi dự án của tôi về các thiên hà lùn xanh đặc được chấp nhận, các đêm quan sát được lên kế hoạch trước vài tháng. Điều này phụ thuộc vào vị trí của các thiên thể được nghiên cứu trên bầu trời và thiết bị tôi cần. Việc lên trước chương trình cho phép tôi lập kế hoạch cho lịch trình của mình. Nhưng bao giờ cũng có một yếu tố không chắc chắn: không ai có thể dự đoán thời tiết của các đêm quan sát theo lịch trình. Điều này làm cho chuyến đi được mong đợi từ bấy lâu nay chẳng khác gì trò chơi xổ số: nếu bạn may mắn, bầu trời sẽ trong xanh và bạn sẽ quay lại trường đại học với một mùa bội thu các kết quả quan sát. Nếu không, thời tiết xấu, các đêm của bạn sẽ bị lãng phí, và bạn sẽ về nhà với hai bàn tay trắng. Bạn sẽ phải bắt đầu lại từ đầu, đặt lại các yêu cầu của mình vào năm sau, với hy vọng nó sẽ được chấp nhận một lần nữa (điều này hoàn toàn không có gì đảm bảo bởi thành phần của ủy ban thẩm định sẽ thay đổi, và còn cả sự cạnh tranh nữa) và lần tới này chắc gì bạn sẽ gặp thời tiết đẹp.

Đối với chuyến đi này, may mắn đã mỉm cười với tôi. Bầu trời trong xanh và đêm sẽ đẹp. Trước mặt tôi là một cảnh quan siêu thực, đen ngòm, với những cấu trúc núi lửa được tạc thành những khối hình nón nổi lên đây đó. Không có thảm thực vật, bởi vì chúng

không thể tồn tại ở độ cao như thế. Trong cảnh quan như trên Mặt Trăng này, nổi lên các mái vòm trắng đồ sộ và trắng lệt che chở cho các kính viễn vọng.

Dưới mắt tôi là biển mây mênh mông bao quanh núi lửa. Lớp hơi nước này là kết quả của hiện tượng mà các nhà vật lý gọi là sự “nghịch đảo nhiệt độ”. Nói chung, không khí thường lạnh đi khi chúng ta lên cao, nhưng ở một số nơi, như ở gần đỉnh Mauna Kea, nhiệt độ có thể đảo ngược, tạo ra một lớp mây dày tới khoảng 600 m. Đại dương mây này mang lại cho tôi ấn tượng điên rồ như mình đang lơ lửng rất cao trong không gian. Nó cô lập bầu trời mà tôi sẽ chiêm ngưỡng vào đêm nay với không khí ở độ cao thấp và lọc hết độ ẩm hay các chất gây ô nhiễm trong khí quyển. Chỉ một số nơi so được về điểm này với Mauna Kea, chẳng hạn như Sa mạc Atacama tại dãy núi Andes, Chile, ở Nam bán cầu, nơi có Đài thiên văn Nam Châu Âu. Nhưng đối với việc nghiên cứu các thiên thể ở bán cầu bắc, thì đài thiên văn Mauna Kea là vô đối.

Ánh sáng kết nối chúng ta với vũ trụ

Các mái vòm hùng vĩ, trắng tinh tương phản với màu đen sẫm của đất núi lửa, mang lại một cảnh tượng đầy xúc động về cái đẹp và chất thơ. Sơn trắng của mái vòm phản chiếu ánh sáng Mặt Trời, bảo vệ

các kính thiên văn khỏi sự tấn công của sức nóng tới từ ngôi sao của chúng ta. Tối nay tất cả các mái sẽ được mở ra để thu nhận ánh sáng tới từ vũ trụ. Nhờ ánh sáng, chúng ta giao tiếp được với vũ trụ, chúng ta kết nối được với nó. Ánh sáng mang tới cho chúng ta những nốt nhạc rời rạc của một giai điệu bí ẩn của vũ trụ mà chúng ta đang cố gắng tái tạo. Không gian quá lớn không cho phép chúng ta di chuyển đến các vì sao và thiên hà. Thậm chí một cuộc thám hiểm tới ngôi sao gần Mặt Trời nhất, Proxima Centauri, cách 4,3 năm ánh sáng, sẽ mất khoảng 40.000 năm với tên lửa hiện đại nhất của chúng ta ngày nay, tức là gấp hơn 400 lần một đời người! Sự quá rộng lớn của không gian làm cho nhà triết học thực chứng Auguste Comte (1798-1857) khẳng định rằng con người có thể sẽ không bao giờ thực sự biết được bản chất của các ngôi sao, bởi vì chúng quá xa xôi. Năm 1844, ông đã viết trong *Luận về vũ trụ học đại chúng*: “Các ngôi sao chỉ có thể được tiếp cận qua thị giác, rõ ràng là, thoát nhìn, sự tồn tại của chúng được biết đến một cách không hoàn hảo nhất với chúng ta, khi chỉ có thể đánh giá được các hiện tượng đơn giản và phổ biến nhất, thông qua sự khám phá bằng thị giác từ xa.” Vị triết gia này không thể nào lầm lẫn hơn. Sáu mươi năm sau khi viết những dòng này, môn vật lý nguyên tử mới, cơ học lượng tử, tiết lộ rằng ánh sáng của các ngôi sao có chứa mật mã vũ trụ: chỉ cần

các nhà thiên văn nắm bắt được ánh sáng đó và phân tích nó thành quang phổ – đó chính xác là những gì tôi sẽ làm trong đêm nay – để giải cái mật mã này và giải mã bản chất hóa học và chuyển động của những ngôi sao mà chúng ta không thể tiếp cận được.

**Cái mà ánh sáng các vì sao ban tặng chúng ta,
Cái mà chúng ta được tặng,
Hãy nắm bắt nó như một thể giới trên gương mặt bạn,
Đừng coi nhẹ nó.**

**Hãy cho đêm biết rằng bạn âm thầm đón nhận
Điều mà ánh sáng mang tới.
Chỉ khi ta hòa nhập với nó,
Bóng đêm mới nhận ra ta.**

Raine Maria Rilke
Thơ đêm

Làm thế nào để khám phá bí ẩn thành phần hóa học của các ngôi sao và thiên hà? Đó là thông qua sự tương tác của ánh sáng với vật chất. Ánh sáng chỉ được cảm nhận khi nó tương tác với một vật: thật là vô cùng nghịch lý khi ánh sáng soi sáng và cho phép chúng ta nhìn thấy thế giới, nhưng chính nó lại vô hình. Nếu bạn chiếu ánh sáng vào một hộp kín và đảm bảo rằng nó không đập vào bất kỳ một vật hoặc bề mặt nào, bạn sẽ chỉ thấy bóng tối. Chỉ

khi bạn đưa một vật thể vào đường đi của ánh sáng và thấy nó được chiếu sáng thì bạn mới nhận ra rằng hộp chứa đầy ánh sáng. Cũng như thế, một phi hành gia nhìn qua cửa sổ cabin con tàu vũ trụ, anh ta sẽ chỉ nhìn thấy không gian là một màn đen như mực và sâu thẳm, mặc dù không gian xung quanh anh ta tràn ngập ánh sáng Mặt Trời. Vì ánh sáng này khi không đập vào bất cứ vật gì thì nó không thể nhìn thấy được, và bầu trời sẽ tuyến một màu đen.

Để ánh sáng bộc lộ sự hiện diện của nó, thì đường đi của ánh sáng cần bị chặn bởi một vật thể vật chất, có thể là một cánh hoa hồng, các sắc tố màu trên bảng màu của họa sĩ, võng mạc trong mắt chúng ta hay cái gương của một kính thiên văn. Vật chất được tạo thành từ các nguyên tử, và mỗi nguyên tử bao gồm một hạt nhân và các electron quay xung quanh. Khi các electron dịch chuyển từ quỹ đạo này sang quỹ đạo khác, chúng sẽ hấp thụ hoặc phát xạ các hạt ánh sáng (photon) với mức năng lượng xác định. Vì vậy, nếu chúng ta có phổ ánh sáng của một ngôi sao hay một thiên hà – nói cách khác, nếu phân tích nó qua lăng kính thành các thành phần năng lượng hoặc màu sắc khác nhau – chúng ta sẽ khám phá ra rằng quang phổ này không liên tục, mà bị tách thành nhiều vạch hấp thụ hay phát xạ, tương ứng với năng lượng hấp thụ hay phát xạ bởi các nguyên tử tạo nên ngôi sao đó. Sự sắp xếp của các vạch này không phải

là ngẫu nhiên, mà nó phản ánh chính xác sự sắp xếp các quỹ đạo của những electron trong các nguyên tử này. Sự sắp xếp này là duy nhất đối với mỗi nguyên tố. Nó tạo thành một loại dấu vân tay, một thẻ căn cước của nguyên tố hóa học cho phép nhà vật lý thiên văn nhận dạng nó một cách chắc chắn.

Mật mã vũ trụ mà ánh sáng mang theo tiết lộ cho chúng ta biết không chỉ thành phần hóa học của các ngôi sao, mà còn cả chuyển động của chúng nữa. Trong vũ trụ, không có gì là bất động, mọi thứ luôn thay đổi, mọi thứ đều chuyển động, mọi thứ đều tiến hóa, mọi thứ đều vô thường. Sở dĩ chúng ta không cảm nhận được sự náo động cuồng nhiệt này trên bầu trời, là bởi vì các vì sao ở quá xa, và cuộc đời của chúng ta thì quá ngắn ngủi. Những thay đổi này lại chỉ quan sát được bằng mắt thường ở thang thời gian cỡ hàng triệu hoặc thậm chí hàng tỷ năm. Nhưng ánh sáng đã hé lộ cho chúng ta thấy sự vô thường đó của vũ trụ. Nó thay đổi màu sắc khi nguồn sáng di chuyển tương đối so với người quan sát. Nếu đối tượng chuyển động ra xa, ánh sáng do nó phát ra sẽ dịch về phía màu đỏ: tức các vạch phổ sẽ dịch chuyển về phía năng lượng thấp hơn; còn nếu đối tượng tiến lại gần, ánh sáng sẽ dịch chuyển về phía màu xanh dương: tức các vạch phổ sẽ di chuyển về phía năng lượng cao hơn. Bằng cách đo độ dịch chuyển về phía đỏ hoặc xanh dương, nhà thiên văn học có thể tái tạo

các chuyển động vũ trụ và nhìn thấy điệu waltz của các ngôi sao.

Ánh sáng còn tuyệt vời ở chỗ nó cho phép chúng ta khám phá quá khứ của vũ trụ, đồng thời hiểu được hiện tại và dự đoán tương lai của nó. Nhờ ánh sáng, chúng ta có thể quay ngược dòng thời gian và tái tạo sử thi tuyệt vời của vũ trụ, kéo dài khoảng 14 tỷ năm, dẫn đến sự hiện diện của con người chúng ta. Sự lan truyền ánh sáng không phải là tức thời, nó cần thời gian để đến chỗ chúng ta. Tuy nhiên, ánh sáng di chuyển với tốc độ cao nhất khả dĩ trong vũ trụ: 300.000 km/s. Chỉ một tích tắc thôi là ánh sáng đã lượn quanh Trái Đất tới bảy vòng! Nhưng, ở thang vũ trụ, đó vẫn chỉ là tốc độ rùa bò. Và đây chính là cách ánh sáng luôn mang đến cho chúng ta những thông tin về quá khứ. Nếu chúng ta nhìn thấy người và các vật xung quanh chỉ sau một phần nhỏ của một giây, thì với các ngôi sao và các thiên hà, độ trễ này lớn hơn nhiều. Và độ trễ này càng lớn với các thiên thể càng ở xa hơn. Chẳng hạn, Mặt Trăng trình hiện trước chúng ta như nó vốn thấy, thực ra là trễ hơn một giây, Mặt Trời trễ hơn 8 phút, và ngôi sao gần nhất, Proxima Centauri, trễ hơn 4,3 năm, còn Andromeda, thiên hà gần nhất giống với dải Ngân Hà, thì trễ tới 2,3 triệu năm. Nói cách khác, ánh sáng từ Andromeda đã xuất phát khi loài người đầu tiên còn lang thang trong các khu rừng ở châu Phi. Và cứ như thế. Chúng ta khám

phá ra các quasar, các thiên hà rất xa, chứa trong lòng chúng một lỗ đen siêu nặng, với khối lượng lớn gấp hàng tỷ Mặt Trời, nhờ nuốt chửng các ngôi sao của thiên hà chủ vào thời điểm cách đây hàng chục tỷ năm, khi vũ trụ chỉ mới hai tỷ năm tuổi. Kính thiên văn, những đèn thờ của thời hiện đại thu nhận ánh sáng từ vũ trụ, chính là những cỗ máy kỳ diệu đưa chúng ta quay ngược trở lại quá khứ xa xăm.

Ánh sáng vô hình

Nếu ánh sáng khả kiến – mà mắt cảm nhận được – cho phép chúng ta tiến hóa và tương tác với

— Hiệu ứng Doppler

Sự thay đổi màu sắc của ánh sáng phát ra bởi một vật chuyển động được gọi là “hiệu ứng Doppler”, theo tên nhà vật lý người Áo Johann Christian Doppler (1803-1853), người đã khám phá ra hiện tượng tương tự với âm thanh: âm thanh phát ra bởi một vật chuyển động cao hơn khi vật tiến lại phía người quan sát, và trầm hơn khi nó di chuyển ra xa. Vì vậy, khi đứng trên vỉa hè, chúng ta thấy một chiếc xe cứu thương đi qua, âm thanh của tiếng còi sẽ thay đổi từ cao xuống trầm.

thế giới, cho phép chúng ta nhận thức và hiểu được vũ trụ, thưởng thức vẻ đẹp, sự huy hoàng và hài hòa của nó, nếu ánh sáng này còn là nguồn sống – nó cho phép thực vật quang hợp – thì thiên nhiên cũng đã hào phóng ban cho loài người những loại ánh sáng khác để đột phá các bí mật của vũ trụ, đó là những ánh sáng mà mắt chúng ta không nhìn thấy được: những ánh sáng “vô hình”.

Ánh sáng khả kiến chỉ là một phần nhỏ của tập hợp tất cả các loại ánh sáng tạo nên cái mà nhà vật lý gọi là “phổ điện từ”. Mỗi loại ánh sáng được đặc trưng bởi năng lượng riêng của nó. Theo thứ tự năng lượng giảm dần là ánh sáng gamma (thường gọi là tia gamma) và ánh sáng X (tia X), chúng có năng lượng cao đến mức có thể dễ dàng xuyên qua cơ thể chúng ta như không; ánh sáng tử ngoại, vẫn còn đủ năng lượng để làm cháy da và gây ung thư; rồi đến ánh sáng khả kiến quý báu của chúng ta; ánh sáng hồng ngoại mà cơ thể phát ra liên tục và cho phép chó có thể nhìn thấy chúng ta vào ban đêm, bởi vì mắt chúng nhạy hơn với ánh sáng này; rồi ánh sáng vi sóng, phát ra từ lò vi sóng và làm nóng thức ăn của chúng ta; và cuối cùng, ánh sáng vô tuyến (sóng vô tuyến), có năng lượng thấp nhất, mang các chương trình phát thanh và truyền hình từ đài phát tới điện thoại di động hoặc iPad của chúng ta.

Đôi mắt được vệ tinh hóa

Thiên nhiên sử dụng tất cả các loại ánh sáng có trong tay mình. Nhưng đôi mắt của chúng ta chỉ nhạy với ánh sáng khả kiến bởi vì ngôi sao của chúng ta, Mặt Trời, phát xạ chủ yếu là ánh sáng khả kiến. Nhưng vũ trụ hoàn toàn không phải chịu sự ràng buộc này và nó không ngần ngại thể hiện sự sáng tạo của mình bằng cách sử dụng tất cả các ánh sáng có thể có: cái chết bùng nổ của các ngôi sao lớn giải phóng các tia gamma, xung quanh những lỗ đen phát ra một lượng lớn tia X, và các vườn ươm sao ẩn trong kén khí và bụi phát ra rất nhiều tia hồng ngoại.

Để quan sát vũ trụ trong tất cả sự đa dạng và sáng tạo của nó, các nhà thiên văn học đã tận dụng mọi kho tàng sáng tạo để xây dựng các kính thiên văn có khả năng thu nhận các loại ánh sáng khác nhau, mỗi loại đòi hỏi các kỹ thuật khác nhau. Chẳng hạn, kính thiên văn NASA mà tôi sẽ sử dụng trong ba đêm tiếp đây đã được tối ưu hóa để chụp ánh sáng hồng ngoại của các thiên thể. Dù vậy, các nhà thiên văn học cũng phải tính đến một chất lưu rất quan trọng là bầu khí quyển của Trái Đất, nó hoạt động như một bộ lọc, chỉ cho phép ánh sáng khả kiến và vô tuyến đi qua và ngăn chặn các loại khác. May mắn thay cho sức khỏe của chúng ta, bởi vì liều lượng quá lớn tia gamma, tia X hoặc tia cực tím từ Mặt Trời và vũ trụ rất có hại cho sự sống trên Trái Đất. Nhưng bộ lọc bảo vệ chúng ta

này lại không thuận lợi với nhà thiên văn muốn kiểm tra toàn bộ ánh sáng phát ra từ các thiên thể. Để làm được điều này, ta buộc phải “vệ tinh hóa đôi mắt”, tức là đưa vào quỹ đạo ở bên trên bầu khí quyển Trái Đất các kính thiên văn tia X, tia cực tím hoặc hồng ngoại đặt trên khí cầu hoặc vệ tinh. Việc đưa các vệ tinh nhân tạo lên quỹ đạo xung quanh Trái Đất, bắt đầu vào năm 1957 với Sputnik, là một bước cơ bản trong lịch sử thiên văn học giống như khi phát minh ra kính thiên văn vào năm 1609 vậy. Kính thiên văn không gian Hubble, với đường kính gương tới 2,4 m và được tàu con thoi đưa lên quỹ đạo vào năm 1990, chắc chắn là nổi tiếng nhất trong số những “đôi mắt được vệ tinh hóa” này. Hubble không chỉ chụp ảnh sáng khả kiến mà còn cả ánh sáng cực tím và hồng ngoại nữa. Vì ánh sáng không còn phải vượt qua bầu khí quyển của Trái Đất và không còn bị gây nhiễu bởi những chuyển động không ngừng của các nguyên tử không khí, nên hình ảnh của Hubble cực kỳ rõ nét và phát lộ sự lộng lẫy thật bất ngờ của vũ trụ. Đồng thời với việc làm giàu trí tưởng tượng, các hình ảnh này cũng đã nâng cao đáng kể kiến thức của chúng ta về vũ trụ.

Mặt Trời lặn

Trước khi bước vào phòng quan sát để bắt đầu công việc ban đêm của mình, tôi dành thêm một chút

thời gian để chiêm ngưỡng cảnh Mặt Trời dần biến mất dưới lớp mây.

Ngày và đêm thay đổi là do sự quay của Trái Đất. Trên khắp thế giới, màn đêm buông xuống vì hành tinh của chúng ta, khi tự quay quanh mình nó, làm Mặt Trời biến mất dần dưới đường chân trời, do vậy cái bóng của nó trùm xuống chúng ta. Ngược lại, ngày lên khi Trái Đất quay đưa chúng ta về phía Mặt Trời: nó nhô lên khỏi đường chân trời và chiếu sáng chúng ta bằng ánh sáng mà nó phát ra: đó là khởi đầu của một ngày mới. Do Trái Đất quay từ Tây sang Đông, Mặt Trời luôn mọc lên ở phía Đông, lên cao trên bầu trời đến điểm cao nhất gọi là thiên đỉnh, sau đó đi xuống và lặn ở phía Tây. Toàn bộ chuyển động này chỉ là ảo giác: Mặt Trời không di chuyển trên bầu trời mà chính là chúng ta; dải thiên văn của chúng ta liên tục di chuyển. Chuyển động hằng ngày này của Mặt Trời trên bầu trời đã đánh lừa loài người trong suốt khoảng 2.000 năm; suốt một thời gian dài, con người cứ đinh ninh rằng Trái Đất bất động ở trung tâm vũ trụ và mọi thứ – Mặt Trời, các hành tinh, các ngôi sao và tất cả các thiên thể khác – đều xoay quanh nó. Mãi cho đến năm 1543, một mục sư người Ba Lan tên là Nicolas Copernicus đã loại Trái Đất khỏi vị trí trung tâm, đưa Mặt Trời vào chỗ của nó và do đó khai sinh vũ trụ nhật tâm.

Khi Trái Đất quay quanh chính nó, đường phân chia giữa ngày và đêm liên tục thay đổi vị trí trên địa cầu. Để chiêm ngưỡng cảnh hoàng hôn (hoặc cảnh bình minh), cần phải có mặt ở nơi phân cách này. Nếu chúng ta sống như Hoàng tử bé của Saint-Exupéry trên một tiểu hành tinh rất nhỏ, chúng ta chỉ cần di chuyển một khoảng cách tối thiểu theo sự chuyển động của đường phân cách ánh sáng và bóng tối là có thể liên tục quan sát cảnh hoàng hôn hay bình minh mới.

Nhà văn phi công kể với chúng ta rằng Hoàng tử bé có thể ngắm Mặt Trời lặn xuống bốn mươi ba lần trong một ngày như thế nào, vì tiểu hành tinh cậu bé sống rất nhỏ: “Khi đang là trưa ở Hoa Kỳ, Mặt Trời, như tất cả thế giới biết điều này, sẽ lặn ở nước Pháp. Chỉ cần tới Pháp trong vòng một phút là có thể được ngắm cảnh hoàng hôn. Thật không may, nước Pháp lại ở quá xa. Nhưng trên hành tinh nhỏ bé của bạn, bạn chỉ cần kéo ghế một vài bước. Thế là bạn có thể ngắm cảnh hoàng hôn bất cứ khi nào bạn muốn... Mà bạn biết đấy... khi người ta buồn người ta đều thích cảnh hoàng hôn...”.

Hoàng hôn làm dịu lòng chúng ta khi chúng ta buồn hay sầu não; vẻ đẹp của chúng tác động như một liều thuốc xoa dịu. Phía trước cổng đài thiên văn, tôi bị thu hút bởi bảng màu hỗn hợp của tông vàng, đỏ và cam chiếu sáng bầu trời ngay trước khi

Mặt Trời biến mất dưới lớp mây và bóng đêm bao phủ xung quanh.

**Hoàng hôn: ánh sáng mờ ảo
nổi tiếp ngay sau Mặt Trời lặn.**

Từ điển Le Robert

Sự biến hóa của sắc màu

Cái gì đã tạo ra sự bùng nổ về màu sắc này? Bằng phép mầu nào mà Mặt Trời chuyển từ màu trắng chói lóa lúc trên cao sang màu vàng rực rồi màu cam và kết thúc bằng màu đỏ sậm khi nó lặn dần xuống phía chân trời được xác định bằng một dải mây? Sở dĩ có sự biến hóa màu sắc này là do các phân tử không khí và các hạt có mặt trong bầu khí quyển của Trái Đất. Các hạt này có thể được tạo ra do hoạt động của con người như các hạt bụi hay khói, hoặc là tự nhiên, chẳng hạn như các giọt nước bên trên đại dương. Chính sự tương tác giữa các phân tử và các hạt này với ánh sáng Mặt Trời là nguồn gốc tạo nên cảnh tượng ánh sáng lộng lẫy đó. Khi Mặt Trời ở cao trên bầu trời, ánh sáng của nó, theo quỹ đạo đi đến đôi mắt chúng ta, tương đối ít gặp các phân tử của không khí và các hạt. Do đó, ánh sáng Mặt Trời ít bị khúc tán hoặc hấp thụ và giữ màu trắng ban đầu của nó. Nhưng vào cuối ngày, khi Mặt Trời ở khá thấp trên

đường chân trời, ánh sáng di chuyển sát mặt đất đi qua bầu không khí đáng kể hơn. Nó gặp phải nhiều phân tử của không khí và các hạt: một phần lớn của thành phần màu xanh bị khuếch tán khỏi tia nắng Mặt Trời. Điều này làm giảm độ sáng của đĩa Mặt Trời và cũng làm thay đổi màu sắc của nó. Khi ánh sáng màu xanh bị loại ra khỏi ánh sáng trắng, ánh sáng chuyển sang màu vàng và màu da cam, mang đến cho chúng ta một lễ hội tuyệt vời của màu vàng và cam.

Ánh sáng xanh

Chiều sâu vô tận của bầu trời xanh ở Mauna Kea mà tôi đang chiêm ngưỡng, và tôi có ấn tượng là mình đang lạc trong đó, cũng là kết quả của sự khuếch tán ánh sáng xanh bởi các phân tử và hạt bụi trong khí quyển. Đây cũng chính là bầu trời xanh mà tôi có thể chiêm ngưỡng từ chiếc máy bay đưa tôi đến đây. Trong suốt cuộc hành trình, bầu trời, núi non và sông suối dường như tan biến thành một bản giao hưởng vĩ đại màu xanh. Sự lộng lẫy này có được là do lớp không khí mà chúng ta hít thở và bảo vệ chúng ta khỏi các tia bức xạ độc hại và các tia vũ trụ, tức những hạt năng lượng cao do các siêu tân tinh phóng vào vũ trụ. Nhưng lớp khí quyển này rất mỏng. Nếu hành tinh của chúng ta có kích thước của một quả cam, thì bầu không khí của nó sẽ không dày hơn vỏ

của quả cam này. Ngoài bầu khí quyển, Trái Đất còn được bao quanh bởi một khoảng gần như chân không. Do không gian bên ngoài không có bất kỳ phân tử không khí nào để khuếch tán ánh sáng Mặt Trời và cho chúng ta màu xanh thiêng liêng, nên bầu trời trở nên đen tuyền. Điều này giải thích tại sao bầu trời mà các phi hành gia nhìn thấy, từ không gian hoặc từ bề mặt Mặt Trăng hoàn toàn không có không khí, luôn luôn là màu đen như mực. Sự trống rỗng gần như tuyệt đối của không gian chính là nguyên nhân của màn đêm.

Sự chuyển đổi từ ngày sang đêm là một trong những sự kiện nhiều xúc cảm nhất. Khi Mặt Trời biến mất dưới chân trời, màn đêm không bao giờ bao bọc chúng ta ngay lập tức. Bầu trời tiếp tục được chiếu sáng thêm một khoảng thời gian nữa: lúc này được gọi là hoàng hôn hay “chạng vạng”. Trong khoảng hơn một giờ, từ lúc Mặt Trời lặn tới lúc màn đêm buông xuống, độ sáng của bầu trời sẽ giảm khoảng 400.000 lần. Và cũng chính khí quyển là nguyên nhân gây ra cảnh hoàng hôn. Mặc dù Mặt Trời đã nằm dưới đường chân trời, nhưng nó vẫn tiếp tục chiếu sáng không khí ở phía trên do sự khuếch tán của ánh sáng. Tại vĩ độ của chúng tôi, khi Mặt Trời hạ xuống 6 độ dưới đường chân trời, ta không thể đọc được bằng ánh sáng ban ngày nữa. Ở -12 độ, đường nét của các

vật xung quanh chúng ta biến mất. Bóng tối bao phủ hoàn toàn ở -18 độ.

Đây cũng chính là lúc các quan sát thiên văn của tôi bắt đầu. Ở phía tây, theo hướng Mặt Trời lặn, những đám mây màu vàng và cam vẫn còn cố nán lại, vẽ lên một thứ vòm hoàng hôn. Thiên đỉnh vẫn giữ nguyên màu xanh của nó trong suốt thời gian hoàng hôn, trong khi hầu như tất cả các phần khác của bầu trời đều đã đổi màu. Lần này, là do tầng ozone của khí quyển, ở độ cao khoảng ba mươi kilomet, gây ra: nó lọc ánh sáng Mặt Trời, hấp thụ mạnh màu đỏ, cam và vàng, nhưng để cho màu xanh đi qua.

Mặt Trăng: vì tinh tú của đêm và con gái của Trái Đất

Trong ánh sáng rực rỡ của hoàng hôn, tôi lặng ngắm mảnh trăng lưỡi liềm đang vội vã tiến về phía chân trời. Đó là thiên thể sáng nhất trên bầu trời đêm. Mặt Trăng là vệ tinh của chúng ta. Nó luôn tạo ra sự hấp dẫn mãnh liệt đối với trí tưởng tượng của con người, bất kể là nghệ sĩ hay nhà khoa học, nhà chiêm tinh hay nhà thiên văn học.

Ai mà không bị mê hoặc bởi các pha của Mặt Trăng, từ trăng non tới trăng tròn? Trong một số nền văn hóa cổ đại, chẳng hạn Trung Quốc hay Philippines, người ta thậm chí còn tin rằng một con

rồng đã nuốt chửng Mặt Trăng sau mỗi pha, và rằng một Mặt Trăng “mới” được sinh ra trong pha tiếp theo. Hiện nay chúng ta biết rằng các pha của Mặt Trăng chẳng liên quan gì tới rồng hay ma cà rồng hết, mà chúng là kết quả của sự thay đổi cường độ ánh sáng ở phía bề mặt được chiếu sáng bởi Mặt Trời khi nhìn từ Trái Đất trong suốt cuộc hành trình hằng tháng 29,5 ngày xung quanh hành tinh của chúng ta.

— Siêu tân tinh

Vụ nổ khổng lồ sinh ra từ cái chết của các ngôi sao nặng gấp hàng chục lần khối lượng Mặt Trời hoặc hơn, và trong vài ngày giải phóng một năng lượng lớn tương đương toàn bộ thiên hà với một trăm tỷ ngôi sao. Nhìn từ Trái Đất, siêu tân tinh thường xuất hiện như một ngôi sao mới, trong khi, về bản chất, nó là sự biến mất của một ngôi sao. Siêu tân tinh là những sự kiện xuất hiện hiếm hoi ở thang con người: người ta ước tính rằng trong mỗi thế kỷ chỉ có một đến ba vụ nổ này xảy ra trong dải Ngân Hà của chúng ta.

Ta muốn Mặt Trăng. [...] Thế giới này thật không thể chịu nổi. Ta cần Mặt Trăng, hoặc hạnh phúc, hay sự bất tử, hay một cái gì đó điên rồ cũng được, nhưng không phải là thế giới này.

Albert Camus,
Caligula

Mặt Trăng đóng vai trò quyết định đối với sự tồn tại của chúng ta. Không có nó, sự sống trên Trái Đất sẽ không thể xuất hiện được. Nó tạo thành một cặp cộng sinh với hành tinh của chúng ta, vì nhiều lẽ. Thứ nhất, nó được sinh ra từ Trái Đất. Một thiên thạch điên rồ đập cực mạnh vào hành tinh của chúng ta đã bứt nó ra. Theo thuyết có tên “Kẻ đập phá vĩ đại” này, thì Trái Đất đã sinh ra Mặt Trăng trong quá trình hình thành các hành tinh của Hệ Mặt Trời, sau sự ra đời của Mặt Trời khoảng 4,55 tỷ năm trước. Trong hàng trăm triệu năm sau đó, khi các hành tinh đang hình thành, những thiên thạch lớn được gọi là tiểu hành tinh chuyển động lang thang trong Hệ Mặt Trời theo mọi hướng, với tốc độ tới hàng chục km/s. Thi thoảng, giữa các hành tinh non trẻ và các tiểu hành tinh này xảy ra những va chạm khủng khiếp. Và chính một trong những va chạm này đã giật Mặt Trăng ra khỏi lớp vỏ Trái Đất. Thực tế, một tiểu hành tinh đá khổng lồ có kích thước cỡ Hỏa tinh (khoảng một nửa kích thước Trái Đất và một phần mười khối

lượng của nó) đã đập vào hành tinh chúng ta. Do cú va chạm cực mạnh đó, những mảnh vụn nóng và lỏng từ cả Trái Đất và kẻ đập phá vĩ đại văng ra không gian. Vật chất văng ra này sau đó nguội đi và kết tụ dưới tác dụng của lực hấp dẫn để tạo thành Mặt Trăng.

Ngẫu nhiên cũng đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra thực tại. Chính nó đã làm cho Trái Đất, chứ không phải một hành tinh kiểu Trái Đất nào khác (các hành tinh có bề mặt rắn như Thủy tinh, Kim tinh và Hỏa tinh), phải chịu cú va chạm khủng khiếp đó, khiến cho Trái Đất là hành tinh duy nhất có Mặt Trăng lớn. Và do không phải chịu một vụ va chạm như thế, nên Thủy tinh và Kim tinh không có mặt trăng nào, và Hỏa tinh có hai mặt trăng nhưng rất nhỏ. Những vệ tinh đó của Hỏa tinh có kích thước vài chục km, và chịu tác dụng của lực hấp dẫn của hành tinh đỏ này. Nếu tiểu hành tinh tấn công Trái Đất lớn hơn một chút, nó có thể nghiền nát hành tinh của chúng ta thành ngàn mảnh: khi đó cái nôi vũ trụ của chúng ta sẽ không tồn tại và đương nhiên gồm cả chúng ta nữa. Giống như một nghệ sĩ nhạc jazz: chơi ngẫu hứng và theo dặt xung quanh một chủ đề chung để tạo ra âm thanh mới theo cảm hứng của mình và phản ứng của khán giả, thiên nhiên sử dụng các định luật vật lý và ngẫu nhiên để tạo ra sự mới lạ.

Một vệ tinh lý tưởng

Hóa ra một sự kiện ngẫu nhiên lại là nguyên nhân tồn tại của chúng ta: chính Mặt Trăng, do sự tương tác hấp dẫn của nó với Trái Đất, đã tạo ra sự ổn định cho trục quay của Trái Đất, cho phép ta tránh khỏi những biến động khí hậu khắc nghiệt, và do đó thúc đẩy sự xuất hiện và phát triển của sự sống trên hành tinh này. Nếu không có Mặt Trăng, trục quay của Trái Đất sẽ có hành vi hoàn toàn hỗn loạn, không phải theo nghĩa “rối loạn”, mà theo nghĩa khoa học tức là không có khả năng dự đoán trước. Trái Đất có thể thay đổi từ vị trí thẳng đứng (với góc nghiêng 0 độ) thành hoàn toàn nghiêng về một bên (với góc nghiêng 90 độ), đi qua góc nghiêng hiện tại của nó là 23,5 độ. Làm sao chúng ta biết được? Nhờ các máy tính, chúng ta có thể theo dõi sự tiến hóa của Trái Đất khi loại bỏ Mặt Trăng. Hành vi hỗn loạn này sẽ có hậu quả thảm khốc cho sự sống trên Trái Đất. Chẳng hạn, nếu hành tinh của chúng ta đứng thẳng, lượng nhiệt Mặt Trời nhận được ở mỗi điểm trên địa cầu sẽ không thay đổi trong suốt 365 ngày Trái Đất quay quanh ngôi sao của nó. Các mùa sẽ biến mất và con người không còn biết đến màu đỏ hay vàng của lá mùa thu hay cái lạnh của mùa đông. Ngược lại, nếu nó nằm ngang, các biến đổi khí hậu sẽ là cực hạn: trong sáu tháng của năm, một nửa Trái Đất sẽ rơi vào bóng tối và cái lạnh lẽo của mùa đông bất tận; rồi

trong sáu tháng tiếp theo, nửa này lại tắm trong ánh sáng chói lòa của Mặt Trời và chịu cái nóng thiêu đốt. Với khí hậu cực đoan như vậy xảy ra mà không thể dự đoán được – đặc điểm của hành vi hỗn độn là nó không thể tiên đoán được – sự sống khó có thể phát triển trên Trái Đất.

Hỏa tinh chính là ví dụ cụ thể về những gì có thể xảy ra trong trường hợp không có mặt trăng lớn để ổn định trục quay của hành tinh. Hai vệ tinh của nó quá nhỏ để có thể làm được điều này. Độ nghiêng của hành tinh đỏ hiện nay tương tự của Trái Đất (25,2 độ), nhưng người ta cho rằng trục quay của nó đã thay đổi khoảng 10 độ trong quá khứ, điều này làm cho khí hậu Hỏa tinh trải qua các giai đoạn cực đoan. Có lẽ là do cái nắng mùa hè nóng bỏng, khi Hỏa tinh nghiêng về phía Mặt Trời, đã làm bốc hơi các đại dương và dòng sông chảy trên bề mặt của nó vài tỷ năm trước. Chỉ có lưu vực trầm tích và lòng sông khô cạn còn lại nhắc nhở chúng ta về sự lộng lẫy trước đây của nó.

Sự tương tác tinh tế của cặp đôi Trái Đất-Mặt Trăng

Mặt Trăng, mà tôi thấy lững lờ trên bầu trời ở đằng kia, không những làm ổn định trục quay của hành tinh chúng ta và cho phép sự sống nảy nở, nó còn tương tác một cách tinh tế với Trái Đất. Sự tương tác hấp dẫn này cho phép Mặt Trăng giữ được phần bí

ẩn của mình: từ Trái Đất, ta chỉ có thể nhìn thấy một phía của Mặt Trăng, còn mặt kia luôn bị ẩn giấu. Làm thế nào mà vệ tinh của chúng ta chỉ cho ta thấy một nửa của nó, trong khi nó không phải là bất động? Ta biết rằng, ngoài quỹ đạo quay mỗi tháng xung quanh Trái Đất, Mặt Trăng còn chuyển động quay quanh mình nó. Người ta dễ nghĩ rằng, khi quay như thế, nó sẽ tiết lộ toàn bộ bề mặt của mình. Tuy nhiên, thực tế lại không phải như vậy. Tại sao? Vì Mặt Trăng đã xoay sở để đồng bộ chuyển động tự quay của nó với chuyển động quỹ đạo xung quanh Trái Đất. Nói cách khác, nó tốn chính xác cùng một khoảng thời gian (hai mươi chín ngày rưỡi) để hoàn tất cả hai chuyển động đó. Sự quay đồng bộ này làm cho chỉ một nửa nhất định của Mặt Trăng là nhìn thấy được từ Trái Đất. Để tin vào chuyện này, hãy thử làm thí nghiệm sau đây: để một người bạn ngồi trên ghế, sau đó bạn đi quanh anh ta và đảm bảo luôn luôn nhìn thẳng vào anh ta và không bao giờ quay lưng lại với anh ấy. Bạn chỉ có thể làm điều này nếu tự xoay người cùng lúc bạn đi quanh ghế. Sự đồng bộ hoàn hảo hai chuyển động của Mặt Trăng không phải là sự trùng hợp ngẫu nhiên. Đó là do lực hấp dẫn mà Trái Đất tác động lên Mặt Trăng. Khuôn mặt ẩn giấu của Mặt Trăng chỉ được quan sát nhờ các con tàu thăm dò không gian trên quỹ đạo quay quanh nó, vệ tinh thăm dò đầu tiên có tên là *Luna 3* của Nga phóng lên vào năm 1959.

Thủy triều

Sự tương tác hấp dẫn giữa Trái Đất và Mặt Trăng còn có một biểu hiện nữa. Chúng ta đều quen với hiện tượng thủy triều, tạo nên cảnh triều lên, triều xuống. Lại cũng chính là Mặt Trăng, dường như rất mỏng manh trong màn đêm, nhờ vào lực hấp dẫn mà nó tạo ra trên Trái Đất, làm cho khối lượng nước khổng lồ của đại dương dâng lên, tràn ngập bờ biển và làm đổ nhào các lâu đài cát mà lũ trẻ dựng lên khi triều xuống. Mặt Trăng không phải là nguyên nhân duy nhất làm cho nước từ đại dương dâng lên. Mặt Trời không thúc thủ, nhưng sự đóng góp của nó ít hơn, chỉ bằng một nửa so với Mặt Trăng.

Tùy theo các vị trí tương ứng của cặp đôi Mặt Trời-Mặt Trăng đối với Trái Đất, mà Mặt Trời có thể tăng cường hoặc làm giảm tác động của Mặt Trăng. Và chính những vị trí tương ứng này quyết định các pha của Mặt Trăng. Điều này khiến cho biên độ của thủy triều ăn nhịp với dạng biểu kiến của Mặt Trăng. Chẳng hạn, lúc Trăng non và lúc Trăng tròn, Mặt Trời và Mặt Trăng thẳng hàng với Trái Đất; tác động làm dâng cao nước đại dương trên Trái Đất của chúng sẽ tăng cường nhau, và thủy triều có biên độ lớn. Trái lại, lúc Trăng ở pha thượng huyền hay hạ huyền, Mặt Trời và Mặt Trăng nằm vuông góc với Trái Đất, khi đó Mặt Trời trung hòa một nửa tác động của Mặt Trăng và biên độ thủy triều lúc này thấp hơn.

Thủy triều không chỉ làm đổ nhào các lâu đài cát. Kể từ khi xuất hiện khoảng 4,5 tỷ năm trước, hành tinh xanh của chúng ta không ngừng quay chậm lại, và ngày trở nên dài hơn. Sự lên xuống của thủy triều tạo ra lực ma sát giữa khối lượng nước của đại dương và vỏ Trái Đất. Ma sát này làm tỏa nhiệt và do đó làm mất năng lượng. Để nhận biết điều này, hãy chạm vào má phanh xe đạp nóng rẫy của bạn sau khi bạn phanh gấp để tránh một chiếc xe hơi. Nhiệt này là do ma sát của phanh lên vành bánh xe.

Cũng tương tự, ma sát của nước đại dương lên lớp vỏ Trái Đất làm cho Trái Đất mất năng lượng quay và dần quay chậm lại. Và do ngày được xác định bởi thời gian mà hành tinh của chúng ta tự quay tròn một vòng xung quanh trục của nó, điều đó có nghĩa là ngày sẽ trở nên dài hơn. Nhưng những người năng động luôn phàn nàn rằng họ không có đủ thời giờ trong ngày để làm tất cả công việc cũng không nên vui mừng quá sớm! Ngày dài hơn thật, nhưng với tốc độ chậm như rùa. Một người sống một trăm năm sẽ chỉ thấy thời gian tăng thêm 0,002 giây giữa thời gian tính từ ngày sinh đến ngày anh ta chết đi. Nhưng xét theo thời gian địa chất, thì nó không phải được đo bằng hàng trăm mà là hàng tỷ năm, khi này hiệu ứng tích lũy của sự hãm Trái Đất mới thực sự là đáng kể. Nếu Trái Đất quay chậm lại ở tương lai, thì trái lại, nó đã quay nhanh hơn trong quá khứ. Nếu chúng

ta quay ngược trở lại 350 triệu năm, thì một ngày khi đó chỉ kéo dài hai mươi hai giờ. Nếu tiếp tục ngược trở lại vài tỷ năm trước, thì Trái Đất đã quay nhanh hơn bốn lần so với bây giờ, tức là mỗi ngày chỉ kéo dài có sáu giờ. Nói cách khác, Mặt Trời rất vội vã trong chuyển động hằng ngày của nó trên bầu trời: từ bình minh đến hoàng hôn chỉ mất ba giờ!

Lời kể của ốc anh vũ

Nếu Mặt Trăng làm dâng nước của các đại dương trên Trái Đất nhờ các lực thủy triều mà nó tác dụng lên hành tinh chúng ta, thì ngược lại, Trái Đất cũng tạo ra lực thủy triều trên bề mặt đá của vệ tinh này, và khi làm như vậy, nó cũng làm chậm lại chuyển động của Mặt Trăng quanh Trái Đất. Có một sinh vật biển với cái tên rất đẹp, ốc anh vũ, là bằng chứng sống cho lực hãm Mặt Trăng theo thời gian.

Động vật thân mềm này được biết đến nhờ đường xoắn ốc tuyệt đẹp ở vỏ của nó. Bên trong, vỏ ốc được phân thành một loạt các khoang bằng các vách ngăn. Con ốc không chiếm chỗ toàn bộ vỏ ốc, mà ở khoang ngoài cùng. Giống như người thợ nề xây thêm một hàng gạch mới mỗi ngày, ốc anh vũ cứ mỗi ngày lại có thêm một lớp mới ở vỏ, biểu hiện bằng một vân mới trên vỏ. Vào cuối mỗi tháng, khi Mặt Trăng quay trọn một vòng quanh Trái Đất, ốc anh vũ đã tạo ra ba mươi vân sọc, nó lại rời khoang

cũ chuyển sang khoang mới cách khoang cũ một vách ngăn. Như vậy, vỏ của ốc anh vũ mang trên mình một loại lịch cho phép chúng ta lần lại quá trình diễn tiến chuyển động của Mặt Trăng quanh Trái Đất. Khi nghiên cứu những hóa thạch của tổ tiên các loài ốc anh vũ hiện tại, người ta thấy một điều kỳ lạ là: số các vân giữa hai khoang liên tiếp, cũng tức là số ngày trong một tháng, giảm dần theo mức độ tăng dần của tuổi hóa thạch. Những chú ốc anh vũ cổ xưa nói với chúng ta rằng Mặt Trăng, trong quá khứ, đã quay quanh Trái Đất nhanh hơn bây giờ rất nhiều: thay vì 29,5 ngày như hiện nay, nó chỉ mất 29,1 ngày cách đây 45 triệu năm, và chỉ mất 17 ngày cách đây 2,8 tỷ năm trước! Nói cách khác, không chỉ là ngày càng dài ra theo thời gian, mà cả tháng cũng như thế...

Sự hãm chuyển động theo quỹ đạo của Mặt Trăng còn có một hệ quả khác: Mặt Trăng đang dần dần rời xa khỏi Trái Đất. Chúng ta biết điều này nhờ vào các chùm laser công suất lớn mà các nhà thiên văn học gửi từ Trái Đất đến Mặt Trăng và được phản xạ lại bởi những tấm mà các phi hành gia của tàu Apollo để lại trên bề mặt Mặt Trăng. Thời gian khứ hồi của chùm laser cho phép chúng ta đo được khoảng cách Trái Đất-Mặt Trăng với độ chính xác cao (để biết khoảng cách Trái Đất-Mặt Trăng, ta chỉ cần nhân thời gian khứ hồi của chùm laser với tốc độ ánh sáng và chia cho hai) và các phép đo này cho chúng ta

biết rằng vệ tinh này ngày càng rời xa Trái Đất theo đường xoắn ốc khoảng 3,8 cm một năm, xấp xỉ tốc độ tăng trưởng của móng tay chúng ta. Điều đó có nghĩa là Mặt Trăng phải ở gần Trái Đất hơn rất nhiều khi nó được hình thành cách đây 4,5 tỷ năm. Nếu thực hiện phép ngoại suy, ta có thể nghĩ rằng hậu duệ của chúng ta cũng sẽ thấy ngày và tháng không thể tránh khỏi dài ra. Vì ngày sẽ dài ra tương đối nhanh hơn so với tháng, nên nó sẽ đuổi kịp tháng sau khoảng 10 tỷ năm, tức là khoảng 5 tỷ năm sau khi Mặt Trời cạn kiệt nhiên liệu hydrogen và helium và trở thành một ngôi sao chết.

— Thủy triều

Lực thủy triều tác dụng bởi một thiên thể tỷ lệ với khối lượng của nó và tỷ lệ nghịch với lập phương của khoảng cách của nó. Mặc dù Mặt Trời lớn hơn Mặt Trăng nhiều, nhưng nó cũng ở xa hơn rất nhiều, do đó lực thủy triều do Mặt Trời tác động lên Trái Đất chỉ bằng một nửa lực thủy triều gây ra bởi Mặt Trăng.

Ngày và tháng khi đó sẽ dài bằng bốn mươi bảy ngày hiện tại của chúng ta! Khi đó, Mặt Trăng sẽ ngừng, không lùi ra xa Trái Đất nữa. Thời gian cần thiết để hành tinh của chúng ta quay tròn một vòng quanh trục của nó đúng bằng thời gian cần thiết để Mặt Trăng quay tròn một vòng quanh Trái Đất. Tình trạng này hoàn toàn giống với tình hình hiện tại của Mặt Trăng. Hiện nay Mặt Trăng chỉ phô một nửa bề mặt của nó cho người Trái Đất thấy, và cũng đúng như thế, sau 10 tỷ năm nữa, Trái Đất cũng sẽ luôn luôn phô cho những miệng hố hình phễu trên Mặt Trăng thấy chỉ một nửa bề mặt của nó.

**Đêm dịu dàng,
Và có thể Hằng Nga đang ngự trị trên ngai,
Giữa đám sao tiên nữ;
Nhưng ở đây, nào đâu sáng tỏ,
Ngoài những cơn gió thoảng qua
Trên những vòm lá tối sẫm và rong rêu của những
con đường uốn lượn.**

John Keats,
Bài ca chim sơn ca

Mặt Trăng có thể mang lại niềm vui cho những tâm hồn đang yêu và các thi nhân, nhưng đối với người quan sát bầu trời xa xôi như tôi, thì nó làm phiền hơn là giúp đỡ. Tối nay, tôi sẽ cố gắng thu nhận

ánh sáng tới từ những thiên thể ngoài thiên hà cực kỳ xa xôi và do đó rất mờ. Mặt Trăng, do độ sáng của nó, sẽ ngăn cản việc quan sát những thiên thể có độ sáng thấp này. Đó là lý do tại sao tôi luôn tiến hành các quan sát của mình khi Mặt Trăng ít sáng nhất, tức là giữa khi Trăng non và Trăng lưỡi liềm. Tối nay nó đang ở pha lưỡi liềm. Tôi biết nó sẽ đi ngủ sau hai giờ nữa, và vì vậy phần còn lại của đêm sẽ hoàn toàn không có ánh trăng.

Đêm giữa ban ngày

Ngoài chuỗi các pha xuất hiện mỗi tháng mang lại niềm vui cho con người trên Trái Đất, Mặt Trăng còn tạo nên một trong những quang cảnh đẹp nhất, đó là nhật thực toàn phần. Thi thoảng, nhưng luôn luôn là khi trăng non, Mặt Trời, Mặt Trăng và Trái Đất nằm thẳng hàng với nhau, và vì thế Mặt Trăng chặn ánh sáng từ Mặt Trời đến Trái Đất và biến ngày thành đêm ở đây trong vài phút. Trên một diện tích rộng khoảng 250 kilomet vuông, tương ứng với bóng chuyển động của Mặt Trăng trên Trái Đất, người ta sẽ thấy đĩa Mặt Trời dần thu nhỏ lại cho đến khi biến mất hoàn toàn. Đêm xuống vào giữa ban ngày, nhiệt độ giảm xuống và các vì sao xuất hiện trên bầu trời. Chim chóc ngừng hót để nhường chỗ cho một sự im lặng đầy mê hoặc. Cứ như là toàn bộ thiên nhiên đang nín thở vậy.

Quang cảnh Mặt Trời bị gặm dần bởi đĩa đen Mặt Trăng và biến mất hoàn toàn trong vài phút là một trong những cảnh tượng kỳ lạ và đáng nhớ nhất mà thiên nhiên dâng hiến cho chúng ta. Nó thậm chí còn gây bối rối và sợ hãi hơn cho những người sống trong vũ trụ thần thoại, bởi vì họ không biết chắc chắn rằng Mặt Trời sẽ xuất hiện trở lại hay không.

Trong khi xảy ra nhật thực, chúng ta có thể nhìn thấy “vành nhật hoa” của Mặt Trời, mà bình thường ban ngày rất khó nhận thấy vì nó quá mờ. Đây là một loại quầng có hình dạng không đều bao quanh đĩa ngôi sao của chúng ta. Được tạo bởi khí bị đốt nóng đến hàng triệu độ C, nó trải rộng hàng triệu kilomet phía trên bề mặt Mặt Trời. Do nhiệt độ rất cao, chúng ta chỉ có thể nhìn thấy một phần nhỏ ánh sáng của vành nhật hoa, hầu hết phần còn lại là tia X. Ánh sáng có năng lượng cao này có khả năng phá hủy võng mạc của chúng ta, vì vậy không bao giờ được quan sát nhật thực mà không đeo kính đặc biệt để bảo vệ mắt. Do chuyển động quỹ đạo của Mặt Trăng quanh Trái Đất và chuyển động quay của chính Trái Đất, bóng tròn mà Mặt Trăng chiếu lên Trái Đất không cố định, mà di chuyển với tốc độ trên 1.700 km/h, nhanh chóng đưa người quan sát ra khỏi bóng của Mặt Trăng và quay trở lại với ánh sáng ban ngày. Do đó, các nhật thực toàn phần lâu nhất cũng không kéo dài quá bảy phút. Sau vài phút, ngày sẽ

quay trở lại, chỉ để lại cho con người kỷ niệm và nỗi hoài nhớ là mình đã từng tham gia vào một trong những quang cảnh đẹp và kỳ dị nhất của Sáng thế. Và cũng rất hiếm hoi: xác suất quan sát được đêm giữa ban ngày ở một điểm bất kỳ trên Trái Đất là 300 năm một lần, trừ khi bạn di chuyển tới đúng thời điểm trong bóng tối của nhật thực toàn phần.

Trong một tương lai rất xa, nhật thực toàn phần sẽ không xảy ra nữa. Các lực thủy triều do Trái Đất tác động lên Mặt Trăng sẽ làm cho nó đi xa dần. Khi ra xa, Mặt Trăng sẽ trình hiện nhỏ dần, đường kính góc của nó thay đổi tỷ lệ nghịch với khoảng cách tới Trái Đất. Ngày nay, do một sự trùng hợp kỳ lạ, đường kính góc của Mặt Trăng và Mặt Trời là xấp xỉ bằng nhau, khoảng nửa độ, điều này cho phép Mặt Trăng hoàn toàn che lấp đĩa Mặt Trời và cho chúng ta quang cảnh kỳ diệu của nhật thực toàn phần. Mặt Trời có đường kính lớn hơn khoảng 400 lần Mặt Trăng, nhưng lại cách xa Trái Đất hơn 400 lần so với Mặt Trăng, nên hai thiên thể này có cùng một đường kính góc. Nhưng trong tương lai, hậu duệ của chúng ta sẽ không còn cơ hội để rung động trước cảnh tượng đêm xuống giữa ban ngày, bởi vì khi ra xa khỏi Trái Đất, đường kính góc của Mặt Trăng trở nên quá nhỏ để che lấp hoàn toàn đĩa của Mặt Trời. Chúng sẽ chỉ được hưởng một cảnh tượng ít ấn tượng hơn nhiều

so với nhật thực toàn phần, khi mà ngày giảm đi độ sáng, nhưng đêm sẽ không bao giờ buông xuống.

— Truyền thuyết nhật thực

Nhật thực đã truyền cảm hứng cho nhiều huyền thoại, thay đổi tùy theo các nền văn hóa và hầu như luôn gắn liền với ý tưởng về sự nhiễu loạn đối với trật tự đã được thiết lập. Đối với người Trung Hoa, ngày trở thành đêm là do một con rồng đến “ăn” Mặt Trời. Hơn nữa, từ “nhật thực” trong tiếng Trung, thì “thực”, cũng có nghĩa là “ăn”.

Nhiều nền văn hóa giải thích sự biến mất của Mặt Trời (hoặc Mặt Trăng trong trường hợp nguyệt thực) là do một con vật hay một con quỷ hấp thụ ngôi sao. Thần thoại Ai Cập kể về một con rắn tấn công Thần Mặt Trời. Đối với người Viking, đó là một cặp thiên lang chiếm lấy Mặt Trời hoặc Mặt Trăng. Trong thần thoại Việt Nam, là do một con cóc hay một con ếch đã ăn chúng.

Đối với các dân tộc khác, như người Maya, sự biến mất của Mặt Trời là biểu hiện cơn thịnh nộ của các vị thần và phải được xoa dịu bằng việc hiến tế.

Mặt Trăng dưới bóng của Trái Đất

Mặt Trăng cũng có thể chơi trò trốn-tìm với Mặt Trời và Trái Đất. Khi trăng tròn, nguyệt thực có thể xảy ra khi Mặt Trời, Trái Đất và Mặt Trăng nằm thẳng hàng và Mặt Trăng bị che phủ bởi bóng của Trái Đất. Khi này, Trái Đất tạm thời chặn ánh sáng của Mặt Trời và chúng ta thấy bóng của Trái Đất từ từ gặm dần bề mặt Mặt Trăng cho đến khi nó hoàn toàn nằm trong bóng tối của hành tinh chúng ta. Cảnh tượng nguyệt thực chắc chắn là hấp dẫn nhưng ít ấn tượng hơn nhiều so với nhật thực, vì nhiều lý do. Đầu tiên là chúng ta không thấy đêm xuống giữa ban ngày bởi vì nguyệt thực luôn luôn xảy ra vào ban đêm. Tiếp theo nữa là rất nhiều người – tất cả cư dân ở phía đêm của Trái Đất – có thể quan sát nó: ta không cần phải di chuyển để chiêm ngưỡng nguyệt thực toàn phần. Hơn nữa, nó cũng kéo dài lâu hơn: thay vì những phút không thể nào quên của nhật thực toàn phần, nguyệt thực toàn phần kéo dài khoảng một tiếng rưỡi – thời gian cần thiết để Mặt Trăng đi vào bóng của Trái Đất và lại đi ra ngoài. Cuối cùng, Mặt Trăng không biến mất hoàn toàn trong nguyệt thực toàn phần. Nó hiện ra mờ mờ, được chiếu sáng bởi ánh sáng màu đỏ nhạt, do một phần nhỏ của ánh sáng Mặt Trời bị bầu khí quyển của Trái Đất làm cho đỏ và bị bẻ cong (hay “khúc xạ”) qua bầu khí quyển này và chiếu lên bề mặt Mặt Trăng. Sở dĩ ánh sáng Mặt Trời

trở nên đỏ là do các hạt bụi nhỏ lơ lửng trong bầu khí quyển của Trái Đất, và chính những hạt bụi này đã tạo nên màu đỏ lửa của hoàng hôn.

Kim tinh

Đã nửa tiếng kể từ khi Mặt Trời lặn xuống dưới chân trời. Bầu trời vẫn được chiếu sáng bởi ánh sáng chạng vạng. Những đốm sáng bắt đầu xuất hiện trên bầu trời. Tôi nhận ra, ngoài Mặt Trăng lưỡi liềm, hai hành tinh Kim tinh và Mộc tinh đang tỏa sáng với tất cả sự rực rỡ của chúng. Vào lúc hoàng hôn (hoặc bình minh), Kim tinh là vì tinh tú sáng nhất trên bầu trời, sau Mặt Trời và Mặt Trăng: nó tương đối gần với Trái Đất và bầu khí quyển của nó phản xạ nhiều ánh sáng Mặt Trời. Cùng với Thủy tinh, Trái Đất và Hỏa tinh, Kim tinh hay Venus – hành tinh mang tên nữ thần của tình yêu – thuộc nhóm các hành tinh đá, còn gọi là “loại trái đất”, như đã nói ở trên, đó là các hành tinh nhỏ có bề mặt rắn tạo bởi đá, trái ngược với bốn hành tinh khí khổng lồ – Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh – đó là các hành tinh không có bề mặt rắn.

Cho đến thế kỷ 17, tổ tiên chúng ta chỉ biết tới sáu hành tinh, đó là những hành tinh ở gần Mặt Trời nhất và có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Thiên Vương tinh chỉ được phát hiện vào năm 1781 và Hải Vương tinh vào năm 1846 với sự trợ giúp của kính

thiên văn. Người ta chọn cái tên “hành tinh” – trong tiếng Hy Lạp có nghĩa là “sao lang thang” – vì những thiên thể này luôn thay đổi vị trí của chúng so với các ngôi sao. Do Trái Đất tự quay quanh trục của nó, điều này tạo cho tất cả các thiên thể – bao gồm hành tinh, sao và thiên hà – có chuyển động biểu kiến: chúng băng qua bầu trời từ đông sang tây vào buổi đêm. Nhưng, trong khi các ngôi sao vẫn cứng đầu bất động đối với nhau, và tạo ra một cấu hình bất biến trên bầu trời, hành tinh lại di chuyển đối với các ngôi sao, chúng không ngừng tiến từ tây sang đông. Sở dĩ có sự khác biệt về chuyển động tương đối này giữa các hành tinh và các ngôi sao là do hiệu ứng khoảng cách: các ngôi sao ở rất xa, khiến cho chuyển động của chúng khó nhận thấy được, trong khi chuyển động của hành tinh, ở gần hơn rất nhiều, dường như có biên độ lớn hơn.

Đôi khi là “Sao Hôm”, đôi khi lại là “Sao Mai”, Kim tinh xuất hiện sau khi Mặt Trời lặn dưới đường chân trời phía tây (hoặc xuất hiện trước khi Mặt Trời mọc trên đường chân trời phía đông). Cũng giống như Thủy tinh, người xưa nghĩ rằng chúng là hai thiên thể riêng biệt. Chẳng hạn, người Trung Quốc coi Kim tinh là một cặp vợ chồng, “Sao Hôm” tượng trưng cho người chồng và “Sao Mai” tượng trưng cho người vợ. Tuy nhiên, các nhà thiên văn học Hy Lạp biết rằng đó chỉ là cùng một thiên thể. Trong khi hầu

hết các nền văn hóa đều gắn Kim tinh với nữ thần tình yêu (có lẽ bởi vì có thể nhìn thấy Kim tinh trên bầu trời trong khoảng chín tháng của năm, giống như kỳ mang thai), chỉ có người Maya và Aztec gắn nó với một nhân vật nam, người anh em sinh đôi của Mặt Trời.

Trong ngôn ngữ phổ thông, do hoàng hôn (hoặc bình minh) đánh dấu thời gian các mục đồng lừa gia súc về hay bắt đầu xuất phát, Kim tinh cũng được gọi là “Ngôi sao Mục đồng”. Tên này thực ra là không đúng lắm, lẽ ra gọi là “Hành tinh Mục đồng” sẽ chính xác hơn. Các hành tinh về cơ bản khác với các ngôi sao, ngôi sao tạo ra ánh sáng riêng nhờ lò luyện kim hạt nhân ở tâm của chúng, còn các hành tinh không tạo ra năng lượng và không thể tự tỏa sáng. Chúng chỉ phản xạ ánh sáng của ngôi sao mẹ của chúng thôi.

Thoạt nhìn, Kim tinh có vẻ như là anh em sinh đôi với Trái Đất, chúng có cùng khối lượng và kích thước. Nhưng các điểm tương đồng chỉ dừng lại ở đó. Bầu khí quyển của Kim tinh dày hơn đáng kể so với bầu khí quyển của Trái Đất và chứa tới 96,5% khí carbonic (CO_2). Khí này tạo ra hiệu ứng nhà kính giữ lại nhiệt do Mặt Trời truyền tới và làm tăng nhiệt độ bề mặt của nó lên tới hơn 460 °C, gần gấp năm lần nhiệt độ của nước sôi. Do đó, Kim tinh thực sự là một lò lửa, nơi mà mọi sự sống là không thể.

Mộc tinh, chúa tể các hành tinh

Mộc hành tinh khác mà tôi nhìn thấy trên bầu trời là Mộc tinh (Jupiter), nó xứng đáng với tên vị thần của các thần, chúa tể của đỉnh Olympus trong thần thoại La Mã. Mộc tinh là hành tinh lớn nhất và nặng nhất: nặng gấp 318 lần khối lượng của Trái Đất (nhưng chỉ bằng một phần ngàn khối lượng Mặt Trời), nó nặng gấp 2,5 lần khối lượng của tất cả các hành tinh và các mặt trăng cộng lại. Với đường kính lớn gấp 11 lần Trái Đất, thể tích khổng lồ của nó có thể chứa khoảng 1330 Trái Đất. Bề mặt bao la của Mộc tinh phản chiếu ánh sáng Mặt Trời và làm cho Mộc tinh là thiên thể sáng thứ tư trên bầu trời, sau Mặt Trời, Mặt Trăng và Kim tinh. Đây cũng là hành tinh quay nhanh nhất trong Hệ Mặt Trời: bất chấp kích thước khổng lồ của mình, thời gian nó tự quay quanh mình trọn một vòng chưa đến mười giờ, nhanh hơn hành tinh của chúng ta 27 lần. Tốc độ kinh hoàng này tạo ra các lực ly tâm rất lớn tại đường xích đạo của nó, và do đó tạo ra các cơn gió có tốc độ đạt tới 400 kilomet mỗi giờ. Các tàu thăm dò không gian cho thấy hành tinh này có bầu khí quyển đầy biến động, liên tục không ổn định và thẳng giáng, đầy sự giận dữ và rối loạn.

Cơn bão lớn nhất trong Hệ Mặt Trời, được gọi là “Vết Đỏ Lớn”, đang hoành hành ở Mộc tinh. Nó có

hình bầu dục, trông giống như một con mắt khổng lồ nhìn chăm chăm ra vũ trụ. Cơn bão bất thường này là một khối khí xoáy và rối loạn có sắc nâu và cam, sống động như một bức tranh thuộc trường phái ấn tượng. Kích thước của nó lớn đến mức có thể nuốt trọn ba Trái Đất. Vực xoáy khổng lồ này bị cầm tù ở giữa các đám mây vẩn vũ bên trên Mộc tinh ít nhất đã một thế kỷ rưỡi nay. Tại làm sao mà cơn lốc khí khổng lồ này lại chưa bao giờ suy giảm? Trên Trái Đất, một cơn bão được sinh ra trên đại dương, kéo dài vài ba ngày, rồi sẽ tan khi gặp đất liền – thật may mắn cho những con người ở trên đường đi của nó. Trên Mộc tinh không tồn tại các lục địa. Một khi cơn bão đã nổ ra và, giống như Vết Đỏ Lớn, nếu nó đạt đến một kích cỡ đủ để không bị ảnh hưởng bởi các cơn bão nhỏ khác, nó sẽ không tan. Cơn lốc này trở thành một vùng ổn định, được tạo ra và duy trì trong môi trường của nó bởi các hiện tượng hỗn độn.

Chứa 98% là khí hydrogen và helium, Mộc tinh không có bề mặt rắn. Hạ cánh trên hành tinh này, bạn sẽ chìm sâu tới 60.000 km trước khi đến được lõi bằng đá của nó. Áp lực và nhiệt độ ở đây tăng nhanh đến mức bạn không thể chịu đựng được lâu. Sứ mệnh-tự sát của con tàu thăm dò được thả dù từ tàu vũ trụ Galileo vào bầu khí quyển của Mộc tinh vào tháng 12 năm 1995 đã chứng tỏ điều này. Cuộc thăm dò tồn tại được khoảng một giờ đến độ sâu 150 km, trước khi

nó bị nghiền nát bởi áp lực cực lớn của các tầng phía trên, nhưng vẫn kịp gửi cho chúng ta những thông tin giá trị về bầu khí quyển phía trên của Mộc tinh.

— Galileo

Vào một đêm đông năm 1610, khi Galileo, một giáo sư thiên văn học trẻ của Đại học Padua, hướng kính viễn vọng của mình về phía Mộc tinh, ông đã phát hiện ra bốn vệ tinh quay quanh hành tinh khổng lồ này, ngày nay chúng được biết đến dưới cái tên “các mặt trăng Galileo”. Nhờ kính viễn vọng của mình, nhà thiên văn học này cũng phát hiện ra rằng Kim tinh cũng có các pha, từ non đến tròn, đi qua thời kỳ hình lưỡi liềm, rồi thượng huyền, hạ huyền. Những quan sát này phù hợp với hệ nhật tâm do Copernicus đề xuất vào năm 1543. Việc khám phá ra các vệ tinh của Mộc tinh đã phương hại đến ý tưởng cho rằng Trái Đất là trung tâm của thế giới và mọi thứ đều quay xung quanh nó. Các pha của Kim tinh – thực ra là kết quả của trò chơi chiếu sáng của Mặt Trời lên hành tinh này – chỉ có thể được giải


**Đêm đen đã gom trong lòng mình
Những ngôi sao lang thang
Và để đi vào những hang sâu
Trốn ban ngày, đàn ngựa ô săn đuổi.**

Joachim du Bellay

Olive

thích nếu Kim tinh có quỹ đạo quay xung quanh Mặt Trời. Được củng cố bởi những quan sát thiên văn của mình, Galileo đã mạnh mẽ tuyên bố sự ủng hộ của ông đối với giả thuyết vũ trụ nhật tâm. Điều này vượt quá sự chịu đựng của Giáo hội, và ông đã bị đưa ra xét xử trước Tòa án dị giáo và buộc phải công khai rút lại niềm tin khoa học của mình vào năm 1633. Và đây là lúc đã xảy ra sự ly hôn giữa khoa học và tôn giáo. Chỉ ba thế kỷ rưỡi sau đó, vào năm 1992, Giáo hội, mà đích thân là Đức Giáo Hoàng John Paul II, đã công khai thừa nhận những sai lầm này. Như Galileo đã nhận xét một cách rất đúng đắn rằng, nếu Giáo hội có thể cho chúng ta biết mình sẽ lên thiên đàng như thế nào, thì lại không thể tiết lộ cho chúng ta bầu trời chuyển động ra sao.





Tự thoại

Đêm cũng là thời gian của tình nhân

Đêm là dành cho tình yêu.
Nó che giấu những điều
không nên phô bày và làm
tăng kích thích của xúc giác.
Sự yên lặng của đêm thôi thúc
những lời thì thầm, bóng tối
đánh thức ham muốn, và sự
tĩnh lặng của nó kích thích
sự bùng nổ. Đêm tối đem tới
sự táo bạo, niềm say mê và
ngọn lửa tình nóng bỏng
cho lứa đôi.



Marc Chagall, *Cảnh xanh*

Nào, hỡi đêm tối, hãy lại đây.
Romeo anh, hãy lại với em!

Anh là ánh dương trong đêm tối,
Vì anh sẽ nằm dưới đôi cánh
của màn đêm,

Trắng ngần hơn tuyết đọng
trên lưng quạ.

Nào, hỡi đêm hiền dịu, hãy tới đây,
Hãy đưa chàng Romeo lại cho ta,
và khi ta chết,

Hãy giữ lấy chàng và cắt xương thịt
chàng thành muôn vụn ngôi sao nhỏ,

Và chàng sẽ làm cho bầu trời
trở nên tuyệt đẹp,

Đến nỗi cả trần gian ai cũng sẽ
say sưa đêm tối,

Mà thờ ơ với ánh dương chói lóa.

William Shakespeare,

Romeo và Juliette

(trích theo bản dịch của Đào Anh Kha, Bùi Ý, Bùi Phụng)



Pablo Picasso, *Ôm xiết*

**Layla đã cầu xin tôi,
qua một người đưa tin,**

**Bí mật tối gặp nàng,
giữa đêm đen.**

**Bất chấp nỗi sợ, tôi đi
cẩn thận tránh những kẻ ác,**

**Dù chúng đang thức
hay đang ngủ,**

Đêm nay, đêm của đôi ta,

**Không gì có thể tới
làm phiền...**

Majnun

Gã điên của Layla



Ba que diêm lần lượt bật sáng trong đêm
Que thứ nhất để thấy rõ cả mặt em
Que thứ hai để thấy mắt em
Que cuối cùng để thấy môi em
Và bóng tối mịt mù để anh tưởng tượng lại tất cả
Khi ôm em trong vòng tay.

Jacques Prévert

Ba que diêm



Edvard Munch, *Nụ hôn*

2–

Giữa

màn đêm

**Tất cả vì đêm nay! Đó là khẩu hiệu của tôi!
Lúc nào cũng phải nghĩ về đêm nay.**

Louis-Ferdinand Céline

Du hành vào cuối đêm

S

au khi thưởng thức vẻ đẹp của màu sắc hoàng hôn, sự huy hoàng của Mặt Trăng, và sự rục rờ của Kim tinh và Mộc tinh, tôi bước vào phòng điều khiển để chuẩn bị cho đêm quan sát của mình. Thiên văn học đã phát triển rất nhanh từ lúc tôi mới chập chững vào nghề, đầu những năm 1970. Quan điểm của chúng ta về vũ

trụ đã trở nên vô cùng phong phú và phức tạp hơn, và ngay cả cách chúng ta quan sát bầu trời cũng vậy. Hình ảnh lãng mạn của một nhà thiên văn quan sát trong bóng tối, mắt dán vào thị kính của kính thiên văn, run rẩy vì lạnh và chống chọi kiên cường với cơn buồn ngủ đã trở thành quá khứ. Nhưng đó là những gì tôi đã trải qua thuở ban đầu sự nghiệp của mình, và nó khá khó chịu. Cơ thể thì mỏi mệt. Ngày nay, việc quan sát bầu trời thoải mái hơn nhiều, trong một căn phòng được sưởi ấm và sáng sủa, những tấm rèm được kéo cẩn thận sao cho ánh sáng nhân tạo không gây ô nhiễm với các thiên thể. Một tách trà nóng hoặc cà phê gần đó giữ cho tinh thần ta luôn tỉnh táo.

Trong phòng quan sát của tôi, một mình với người vận hành kính thiên văn, tôi đã sẵn sàng cho công việc ban đêm của mình. Một màn hình máy tính cho phép tôi kiểm soát mọi thứ. Qua máy tính này tôi chọn công cụ sẽ sử dụng trong đêm để ghi lại ánh sáng của vũ trụ. Tôi có thể quyết định sử dụng một máy ảnh điện tử để chụp ảnh các thiên thể và nghiên cứu màu sắc, hình thái của chúng: “Trăm nghe không bằng mắt thấy”, như Khổng Tử đã nói. Hoặc tôi có thể sử dụng một máy quang phổ phân tích ánh sáng để nghiên cứu thành phần hóa học và chuyển động của các thiên thể. Tất cả thông tin cần thiết để kiểm soát tốt các hoạt động đều được hiển thị trên màn hình: tọa độ của thiên thể trên bầu trời, độ trong suốt và độ ẩm của không khí, lượng bụi trong khí quyển, tốc độ gió, đặc điểm của máy dò điện tử sử dụng... Ngay khi chiếc kính thiên văn được hướng vào một thiên thể, nhờ những phép thuật của kỹ thuật điện tử, nó sẽ xuất hiện với tất cả sự lộng lẫy của mình trên màn hình tivi đối diện với tôi. Mặc dù đã làm việc ở nhiều đài thiên văn trong nhiều thập kỷ, tôi vẫn luôn kinh ngạc trước vẻ đẹp của vũ trụ. Trái tim tôi xao xuyến trước hình ảnh cánh tay xoắn ốc của một thiên hà, trước những cấu trúc như đám mây của một vườn ươm sao – nơi ra đời của các ngôi sao trẻ và nặng – hay hình ảnh của một đám thiên hà, chứa hàng triệu các ngôi sao được liên kết với nhau bằng lực hấp dẫn.

Tôi cảm thấy mình như được vũ trụ mang theo, và thâm nhập vào nó. Ánh sáng mà bây giờ chạm vào kính thiên văn của tôi, thực ra đã xuất phát từ hàng triệu, nếu không muốn nói là hàng tỷ năm trước, còn trước cả khi một số nguyên tử của cơ thể tôi được tạo ra bởi các phản ứng nhiệt hạch ở trung tâm của một ngôi sao. Tôi vẫn luôn cảm thấy một cảm giác siêu thực về ý nghĩ mình nhìn thấy những thiên thể này trong quá khứ rất xa xăm của chúng. Một số trong chúng giờ có thể không còn tồn tại nữa, nhưng thông tin về cái chết của chúng sẽ chỉ đến Trái Đất mãi sau này, rất lâu sau sự biến mất của chính tôi.

Phổ ánh sáng

Trong đêm nay, theo dự án đã đề xuất với NASA, tôi sẽ chụp quang phổ hồng ngoại của các thiên hà lùn xanh đặc (compact). Tôi sẽ cho ánh sáng hồng ngoại của chúng qua một dụng cụ gọi là máy quang phổ để phân tích nó thành các thành phần năng lượng khác nhau. Ánh sáng được tách thành một “phổ” và được một detector điện tử ghi lại. Tôi đã cẩn thận chuẩn bị, trước khi tới Hawaii, một file chứa danh sách các thiên thể mà tôi muốn quan sát, cùng với tọa độ của chúng trên bầu trời. Một sự cẩn trọng sáng suốt, bởi vì ở độ cao hơn 4.000 m, ngay cả với những ngày làm quen trước tại trung tâm đón tiếp, não bộ cũng không hoạt động được như bình

thường. Do thiếu oxygen, các quá trình thần kinh bị chậm lại, ảnh hưởng đến trí nhớ, khả năng đáp ứng, sự tỉnh táo và suy luận logic. Tốt hơn hết là nên chuẩn bị mọi thứ trước, bởi vì ngay cả một phép tính nhầm cộng hoặc trừ cũng sẽ trở nên khó khăn!

Các màn hình đã trở thành một bộ lọc giữa bầu trời và người quan sát. Nhưng chúng cho phép ta quan sát với độ chính xác và hiệu quả rất cao, chưa kể sự tiện nghi tuyệt vời về vật chất, tất cả những điều đó đã bù đắp cho sự thiệt thòi do không được tiếp xúc với bầu trời một cách trực tiếp. Tuy nhiên, tôi vẫn cảm thấy sự cần thiết phải tiếp xúc với bầu trời, để chiêm ngưỡng vòm trời đầy sao lộng lẫy ở đây, đặc biệt, ở trên đỉnh của một ngọn núi lửa. Ban đêm, trong khi kính thiên văn do máy tính điều khiển liên tục thu thập ánh sáng tới từ các thiên hà lùn xanh đặc, thi thoảng tôi lại dành cho mình vài phút để đi ra ngoài tòa nhà chứa kính viễn vọng và tìm lại bóng đêm cùng sự hiệp thông ngọt ngào và êm dịu với bầu trời đêm.

Thiên đỉnh

Đêm đã buông xuống. Mặt Trời đã ở dưới đường chân trời 18 độ. Đã có thể bắt đầu quan sát. Từ danh sách các đối tượng chuẩn bị từ trước, tôi chọn thiên hà xanh đặc đầu tiên mà tôi muốn nghiên cứu.

Do Trái Đất quay, các thiên thể di chuyển qua bầu trời, mọc từ phía đông và lặn về phía tây. Tôi phải sắp xếp để quan sát từng thiên thể khi nó đi qua gần thiên đỉnh, nhằm giảm thiểu sự hấp thụ ánh sáng từ chúng bởi bầu khí quyển của Trái Đất. Tôi đọc to tên của thiên hà cho người điều khiển kính thiên văn, ngồi bên cạnh tôi, để tìm nó trong file máy tính mà tôi đã cung cấp từ trước, và hướng kính thiên văn về phía thiên hà này. Người điều khiển sẽ chịu trách nhiệm đảm bảo cho kính thiên văn và các dụng cụ điện tử khác nhau gắn liền với nó hoạt động tốt. Anh ấy cũng sẽ giúp tôi trong những đêm tối. Thường xuyên theo dõi thời tiết, nhờ vào những dấu hiệu hiển thị trên màn hình và thỉnh thoảng cũng đi ra ngoài để kiểm tra tình trạng của bầu trời, chính anh ta sẽ là người quyết định có phải đóng mái vòm trong trường hợp thời tiết xấu – mây, mưa, tuyết, gió lớn, hoặc bất cứ thứ gì khác – có thể làm hỏng kính hay không. Còn vai trò của tôi là quyết định chương trình quan sát khoa học, để đảm bảo sau mỗi lần chuyển hướng kính viễn vọng, đối tượng xuất hiện trên màn hình đúng là thiên thể tôi muốn nghiên cứu – và để chắc chắn điều này, tôi đã chuẩn bị các bức ảnh của từng thiên thể từ các kho lưu trữ bầu trời đã thu được trong quá khứ bởi các kính viễn vọng khác – quyết định thời gian phơi sáng của kính thiên văn và xử lý trước dữ liệu thu được để đảm bảo rằng chúng có chất lượng

tốt và thiết bị hoạt động tốt. Tôi luôn có một sự phấn khích lớn khi kiểm tra dữ liệu, bởi vì ai mà biết được bí mật nào của vũ trụ mà các quan sát ban đêm của tôi sẽ tiết lộ?

Kính thiên văn hiện đang hướng đến thiên hà đầu tiên. Thời gian phơi sáng sẽ là một giờ. Thời gian này được xác định bởi độ sáng của thiên thể. Độ sáng càng thấp, kính thiên văn càng phải tốn nhiều thời gian, cố định hướng tới nó, để thu nhận ánh sáng. Cuốn mình trong chiếc áo khoác, tôi dành thời gian này để đi dạo một chút bên ngoài. Mặt Trăng và các hành tinh đã biến mất dưới chân trời. Nhưng, bất chấp sự vắng mặt của chúng, bóng tối vẫn không hoàn toàn, như trường hợp nếu tôi ở trong một hang động. Ánh sáng đến từ các nguồn khác: đầu tiên là từ các ngôi sao. Khi ngược mắt lên vòm trời, tôi rớt vào đầy mình thứ “ánh sáng âm thầm rớt xuống từ các vì sao”, nói theo lời thơ của Corneille, từ vô số những điểm ánh sáng trên bầu trời. Nhưng cũng có cả ánh sáng hoàng đạo: ánh sáng Mặt Trời phản chiếu bởi nhiều hạt bụi nằm trong mặt phẳng hoàng đạo, mặt phẳng mà trong đó các hành tinh quay quanh Mặt Trời. Những hạt bụi này đến từ sao chổi thời cổ đại bị phân hủy dưới tác động nhiệt của Mặt Trời, hoặc do va chạm của các vật thể đá trong vành đai tiểu hành tinh nằm giữa Hỏa tinh và Mộc tinh.

Những vệt sáng trên bầu trời

Trong một khoảnh khắc, tôi thấy một đối tượng phát sáng di chuyển rất nhanh trên bầu trời, vẽ thành một vệt sáng trên vòm trời đầy sao, rồi biến mất trong bóng đen của màn đêm. Theo ngôn ngữ phổ thông, nó được gọi là “sao băng”. Thật ra, vệt sáng này không phải do một ngôi sao đang chuyển động vẽ ra, mà là do những vật thể rắn nhỏ, thường có kích thước cỡ hạt bụi, di chuyển với tốc độ rất cao (tốc độ hàng chục km/s), và phát ra ánh sáng do ma sát với không khí của bầu khí quyển Trái Đất làm nóng và đốt cháy nó. Các thiên thạch, giống như vừa rồi làm vui mắt tôi, phần lớn thường là do cái chết phát sáng của các mảnh vỡ từ lõi các sao chổi già. Ban đầu được nhóm lại, nhưng theo thời gian, những mảnh vỡ này phát tán trên toàn bộ quỹ đạo của sao chổi. Nếu quỹ đạo của Trái Đất cắt ngang quỹ đạo của sao chổi già, thì mỗi năm, vào cùng một ngày, chúng ta sẽ được thưởng thức cảnh tượng “mưa sao băng” vô cùng rực rỡ, đến từ cùng một góc của bầu trời, do vô số các mảnh vỡ sao chổi cháy gần như đồng thời trong bầu khí quyển của Trái Đất. Vì vậy, ở nông thôn (hoặc những nơi xa xôi không bị ô nhiễm ánh sáng), vào khoảng giữa tháng Tám, chúng ta có thể thưởng thức cảnh tượng một đám mưa sao băng tuyệt vời theo hướng chòm sao Dừng Sĩ (Perseus). Tần suất của các “sao băng” lớn tới mức (mà đỉnh điểm vào lúc bình

minh ngày 12 tháng 8) chúng ta gần như thấy được mỗi phút.

Mưa thiên giới

Nhưng điều gì sẽ xảy ra nếu các thiên thạch, gọi chung là “tiểu hành tinh”, lớn và nặng hơn rất nhiều các mảnh vỡ của nhân sao chổi, chuyển động cắt ngang quỹ đạo Trái Đất? Cần biết rằng hành tinh của chúng ta hằng ngày nhận được một cơn mưa từ trời khoảng 300 tấn đá và bụi. Cho đến đầu thế kỷ 19, cộng đồng khoa học vẫn còn cho rằng ý tưởng về những viên đá rơi xuống từ bầu trời là điều ngớ ngẩn. Vào năm 1803, có tin đồn về một trận mưa đá rơi xuống làng L'Aigle, ở vùng Orne, Pháp. Nhà vật lý học Jean-Baptiste Biot (1774-1862) đã được Viện Khoa học Paris đáng kính phái tới để tiến hành điều tra. Khi kiểm tra hàng trăm mảnh đá nằm rải rác trên hàng chục cây số vuông và phân tích lời chứng của các nông dân, nói một cách ngắn gọn là nghiên cứu hiện tượng này với tất cả sự chặt chẽ khoa học cần thiết, nhà vật lý đã xác lập dứt khoát thực tế đúng là “đá rơi xuống từ bầu trời”. Những thứ này có gây nguy hiểm không? Liệu chúng ta có nên nghiêm túc nghe lời cảnh báo của trưởng làng Abraracourcix trong cuốn truyện tranh nổi tiếng Asterix: “Ồi Toutatis ơi, bầu trời sẽ rơi xuống đầu chúng ta!”? Thật phức tạp cho loài người, bầu khí quyển của Trái Đất giống như

một chiếc khiên bảo vệ chúng ta khỏi hầu như tất cả những khối đá này. Khi đi qua bầu khí quyển, sự ma sát với không khí và việc bị hãm lại đột ngột do ma sát đó, làm cho phần lớn các thiên thạch này tan rã thành các mảnh nhỏ và bị đốt cháy hết trong khí quyển. Quỹ đạo của chúng vạch ra những vết sáng trên bầu trời. Nhưng với những tiểu hành tinh quá lớn và quá nặng không cháy hết hoàn toàn khi đi vào bầu khí quyển của Trái Đất thì sao? Liệu sự sợ hãi của Abraracourcix về bầu trời sụp đổ có trở thành sự thật hay không?

Những nhân chứng câm lặng

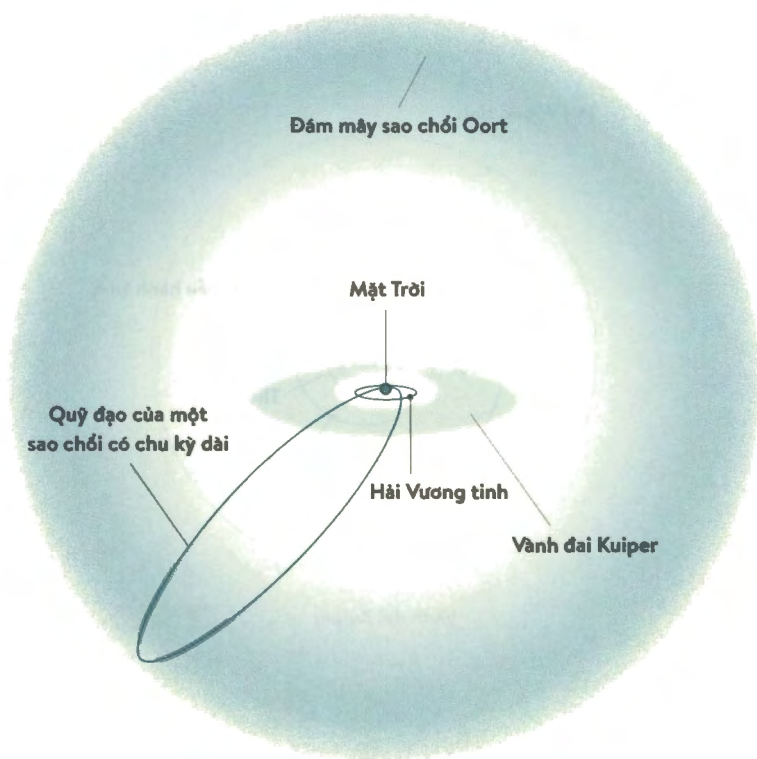
Các tiểu hành tinh này có số lượng rất nhiều vào 4,55 tỷ năm trước, khi Hệ Mặt Trời được sinh ra. Sau đó, khoảng 550 triệu năm sau, hầu hết các tiểu hành tinh này hợp lại với nhau dưới tác dụng của lực hấp dẫn để hình thành tám hành tinh. Nhưng trong không gian giữa các hành tinh vẫn lưu hành một quần thể các tiểu hành tinh phóng vun vút trong không gian với tốc độ hàng chục km/s. Do thi thoảng va chạm với các hành tinh và các vệ tinh mới hình thành của chúng, các tiểu hành tinh này đóng vai trò là những tác nhân mạnh mẽ nhào nặn lên thực tại. Chẳng hạn, các hố hình phễu trên bề mặt lỗ chỗ của Thủy tinh và Mặt Trăng là những nhân chứng câm lặng của thời kỳ bắn phá này. Một số trong những

cuộc gặp gỡ rủi ro cao đã làm thay đổi sâu sắc các đặc điểm của các hành tinh trong Hệ Mặt Trời. Nhiều khả năng là một va chạm giữa hành tinh của chúng ta và một tiểu hành tinh đã tạo ra các mùa khi làm Trái Đất nghiêng 23,5 độ. Một vụ va chạm tương tự đã xé toạc một phần lớn vỏ Trái Đất để tạo thành Mặt Trăng. Không chỉ hành tinh chúng ta phải chịu ảnh hưởng của các va chạm với các tiểu hành tinh. Chính các va chạm này đã làm đảo ngược hướng quay của Kim tinh – nên ở đó Mặt Trời mọc ở phía tây – hoặc lật đổ Thiên Vương tinh khiến cho nó nằm ngả về một phía.

Kho chứa các tiểu hành tinh

Khoảng 4 tỷ năm trước, số lượng tiểu hành tinh lang thang giảm đáng kể. Một số đã bị hấp thụ bởi Mặt Trời hoặc bị đẩy ra ngoài Hệ Mặt Trời, dẫn đến sự sụt giảm mạnh số lượng các tiểu hành tinh có quỹ đạo cắt ngang quỹ đạo Trái Đất, và chúng là mối nguy hiểm tiềm tàng đối với hành tinh chúng ta. Hầu hết thời gian, các tiểu hành tinh nằm ngoan ngoãn trong ba kho chứa: vành đai tiểu hành tinh nằm giữa Hỏa tinh và Mộc tinh; “vành đai Kuiper” (được đặt theo tên nhà thiên văn học người Mỹ gốc Hà Lan Gerard Kuiper, người đã tìm ra sự tồn tại của nó vào năm 1951) nằm ở ngoài ranh giới đã biết của Hệ Mặt Trời, cách xa chúng ta khoảng 30 đến 55 lần khoảng

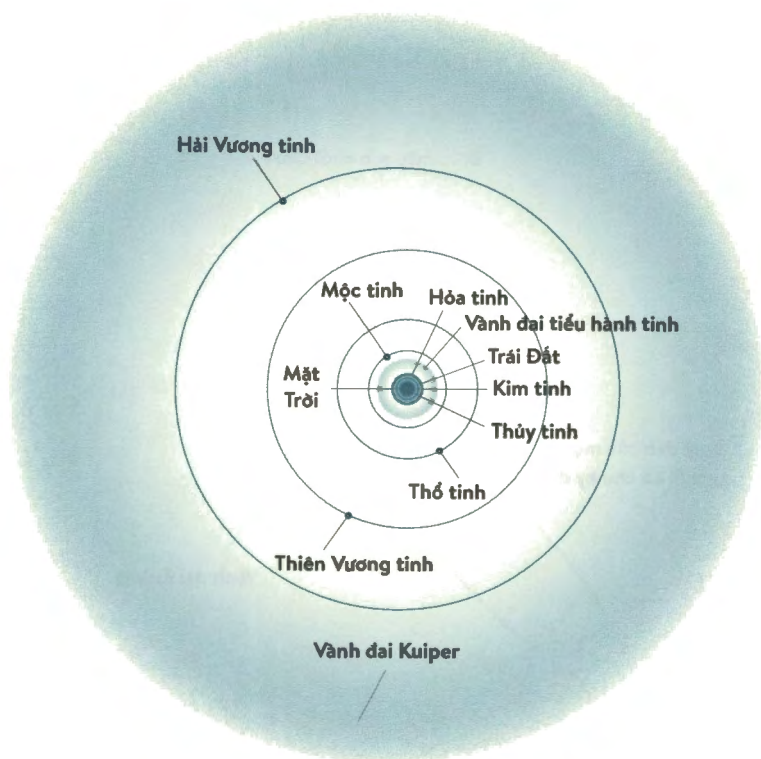
cách Mặt Trời-Trái Đất, trong đó Diêm Vương tinh là đại diện nổi tiếng nhất. Và cuối cùng là “đám mây sao chổi Oort” (được đặt theo tên nhà thiên văn học người Hà Lan Jan Oort, người phát hiện ra nó vào năm 1950), nó ở xa chúng ta khoảng 5.000 đến 100.000 lần khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trời, và có giới hạn bên ngoài chiếm tới một phần ba khoảng cách giữa Trái Đất và Proxima Centauri – ngôi sao gần Mặt Trời nhất, cách nó 4,3 năm ánh sáng.



Hai kho chứa sao chổi: đám mây hình cầu Oort và vành đai dẹt Kuiper.

Đám mây sao chổi

Tại sao kho chứa các tiểu hành tinh lại được gọi là “đám mây sao chổi”? Đó là bởi vì, giống như con nhộng biến thành bướm, các tiểu hành tinh, được tạo thành từ đá và băng, có thể biến thành một sao chổi nếu chúng mạo hiểm tới gần Mặt Trời để được làm nóng lên. Thi thoảng, một tiểu hành tinh bị đẩy ra khỏi kho chứa bởi cái búng của lực hấp dẫn của



**Vành đai tiểu hành tinh nằm giữa quỹ đạo
của Hỏa tinh và Mộc tinh.**

một ngôi sao hay tiểu hành tinh lân cận, và phóng vào phía trong Hệ Mặt Trời, nơi Trái Đất quanh năm miệt mài quay xung quanh Mặt Trời. Khi tới gần ngôi sao của chúng ta, dưới tác động của nhiệt Mặt Trời, băng của tiểu hành tinh bốc hơi tạo ra cái đuôi khí và bụi ngoạn mục trải dài trên hàng trăm triệu kilomet, giống như một mái tóc bông bồng trong gió (từ “sao chổi” – comet – có nguồn gốc từ chữ *kome* trong tiếng Hy Lạp, có nghĩa là “tóc”).

Sao chổi từ lâu đã được coi là điềm báo các biến động lớn, trước khi người ta hiểu được bản chất vật lý của chúng. Trong thần thoại Ấn Độ, hóa thân cuối cùng trên Trái Đất của thần Vishnu, được gọi là Kalki, gắn liền với sự xuất hiện của sao chổi: “Kalki sẽ xuất hiện cưỡi trên một con ngựa và cầm một thanh kiếm trong tay, băng qua bầu trời như một ngôi sao chổi. Ngài sẽ khôi phục lại kỷ nguyên vàng và sau đó phá hủy thế giới.” Trên tấm thảm Bayeux, chúng ta thấy sao chổi Halley bay qua vào năm 1066, tại thời điểm tấm thảm được thêu; nó được coi là điềm báo cuộc xâm lược nước Anh của William the Conqueror. Người Aztec và Inca cũng đề cập đến một sao chổi báo hiệu sự xuất hiện của người Tây Ban Nha và sự sụp đổ của đế chế của họ. Ý nghĩ về một biến động lớn, lần này là điểm lạnh, cũng xuất hiện trong tâm trí của họa sĩ người Italy Giotto (1266-1337) khi ông vẽ trên bức tranh về Chúa Giáng sinh, nhan đề *Sự tôn*

thờ của các vị pháp sư, cũng là sao chổi Halley, nhưng lần này bay qua vào năm 1301.

Có ít nhất 100 sao chổi đều đặn cắt ngang quỹ đạo của Trái Đất đã được biết đến. Chúng ta cũng biết tới sự tồn tại của hàng ngàn tiểu hành tinh, do tác dụng của lực hấp dẫn, bị đẩy khỏi kho chứa của chúng, có quỹ đạo giao với quỹ đạo của Trái Đất. Một va chạm của hành tinh chúng ta với sao chổi hoặc một tiểu hành tinh là hoàn toàn có thể. Nhưng có nên lo lắng không? Ta đã thấy rằng bầu khí quyển của Trái đất giống như một loại áo giáp bảo vệ chúng ta. Đại đa số (98%) những khối đá này – có đường kính dưới 10 m – đều sẽ bị tan rã và hiếm khi chạm được tới mặt đất. Ngay cả khi chạm được đi nữa, thì thiệt hại cũng rất nhỏ. Nặng nề nhất là nóc của chiếc xe đậu trên đường hoặc một hộp thư bị xuyên thủng. Không có gì đáng phải ám ĩ cả! Người Trái Đất tìm thấy những vật thể rơi từ trên trời xuống này dưới dạng miếng đá nung mà họ gọi là “thiên thạch”. Họ sẽ trưng bày chúng trong các bảo tàng hoặc phân tích chúng trong các phòng thí nghiệm để biết về sự khởi đầu của Hệ Mặt Trời.

Những hố thiên thạch hình phễu

Tình hình sẽ khác với 2% các tiểu hành tinh còn lại. Chúng lớn hơn, nặng hơn và có thể gây ra

thiệt hại nghiêm trọng hơn nhiều. Đầu tiên hãy tưởng tượng một khối đá lớn như một tòa nhà, phi thẳng đến Trái Đất. Đây là trường hợp của tiểu hành tinh lớn chứa quặng sắt khoảng 200.000 tấn và 50 m đã rơi xuống sa mạc Arizona, Hoa Kỳ, 50.000 năm trước, giải phóng một lượng năng lượng khổng lồ 15 megaton, mạnh hơn một ngàn lần sức mạnh của quả bom nguyên tử ném xuống Hiroshima, và đào sâu vào lớp vỏ Trái Đất một hố hình phễu khổng lồ có đường kính tới 1,2 km, mà người ta gọi là Meteor Crater. Liệu chúng ta có thể ngủ yên bình với những mối hiểm họa như vậy rình rập ở đâu đó trên trời không? Các con số thống kê nói rằng: có thể. Các tiểu hành tinh sắt có kích cỡ này chỉ va chạm với Trái Đất trung bình vài chục hoặc thậm chí hàng trăm ngàn năm một lần. Hơn nữa, có nhiều khả năng là các tiểu hành tinh sẽ rơi vào các đại dương chiếm ba phần tư bề mặt của hành tinh xanh. Cú va chạm mạnh sẽ gây ra một cơn sóng thủy triều khổng lồ tàn phá các thành phố ven biển. Ngay cả khi, chẳng may, tiểu hành tinh rơi xuống một khu vực dân cư nào đó, thì các ảnh hưởng của nó vẫn sẽ chỉ có tính cục bộ và không vượt ra ngoài bán kính vài chục kilomet: 99,999% dân số thế giới sẽ không bị ảnh hưởng bởi sự kiện đó.

Đêm trường mùa đông và sự biến mất của khủng long

Dù hiếm hơn nhiều, nhưng tình hình sẽ hoàn toàn khác biệt khi có va chạm với những khối đá kích thước vài chục kilomet, tức là có kích cỡ của một dãy núi. Không giống như các tiểu hành tinh nhỏ hơn chỉ có những ảnh hưởng cục bộ, lần này chúng có thể gây ra thiệt hại ở quy mô toàn cầu và tiêu diệt phần lớn các loài đang sinh sống. Đây là trường hợp của tiểu hành tinh gây ra sự biến mất của loài khủng long đã từng một thời là bá chủ trên Trái Đất, khoảng 165 triệu năm trước. Động vật có vú, tổ tiên trực tiếp của chúng ta, thuở ấy phải vất vả lẫn trốn trong những ngóc ngách nhỏ để thoát khỏi sự tàn bạo của loài khủng long bạo chúa và những con quái vật ăn thịt khác. Sau đó, khoảng 65 triệu năm trước, một tiểu hành tinh khổng lồ có kích thước khoảng 10 km, với khối lượng 10.000 tỷ tấn, xuyên qua không khí nhanh hơn viên đạn súng trường, va vào bề mặt Trái Đất gần thị trấn Chicxulub ở Mexico, thuộc Bán đảo Yucatan, giữa Vịnh Mexico và Biển Caribe. Cú va chạm dữ dội này có sức công phá tương đương với một tỷ megaton TNT, tức là lớn gấp khoảng một triệu lần sức mạnh hợp lại của tất cả các kho vũ khí hạt nhân trên hành tinh. Một cơn sóng thần cao hàng trăm mét quét qua vùng biển Caribe, tàn phá Cuba, Florida và bờ biển

Mexico. Cú va chạm khủng khiếp này đã phóng hơn 100.000 tỷ tấn đất đá bay hơi lên các tầng trên của khí quyển. Đa số chúng rơi xuống lại tại gần nơi va chạm, nhưng hàng chục ngàn tỷ tấn (khoảng 1%) vẫn lơ lửng trong không khí trong nhiều tháng dưới dạng bụi rất mịn. Tro tàn từ vô số đám cháy rừng do cú va chạm gây ra cũng hòa trộn vào thêm. Gió đã phân tán bụi và tro này đi khắp toàn cầu, tạo thành một loại màn che tối đen và mờ đục ngăn chặn nhiệt tới từ Mặt Trời. Và một đêm trường mùa đông đã buông xuống Trái Đất, kéo dài nhiều năm. Khi đó, hiện tượng quang hợp không thể xảy ra để nuôi sống cây cối và thực vật được nữa. Chuỗi thức ăn bị gián đoạn. Những hậu quả đối với động vật và thực vật trong thời kỳ bóng đêm vô tận này vô cùng thảm khốc: 30% đến 80% các loài thực vật đã bị xóa sổ khỏi hành tinh, kéo theo sự biến mất của ba phần tư các loài sinh vật, trong đó có khủng long, do thiếu thức ăn. Như vậy, khủng long bị xóa sổ không phải do tác động trực tiếp của tiểu hành tinh, mà là vì thiếu thức ăn. Sự bất hạnh của một số lại tạo nên hạnh phúc của một số khác: tổ tiên chúng ta, loài động vật có vú, kiếm ăn từ các hạt vùi trong lòng đất, đã sống sót sau vụ thảm sát đó. Kẻ thù sẵn mỗi chính của chúng đã biến mất, chúng bắt đầu sinh sôi nảy nở và phân nhánh thành nhiều họ. Một trong số đó sẽ dẫn đến con người tinh khôn (*Homo sapiens*). Có thể nói rằng chúng ta có

được sự tồn tại của mình chính là nhờ gã tiểu hành tinh sát thủ và đêm trường mùa đông băng giá.

Thông qua nghiên cứu các hóa thạch, các nhà cổ sinh vật học cho chúng ta biết rằng, ngoài vụ va chạm dẫn đến tuyệt chủng loài khủng long, đã từng có sáu vụ hủy diệt có quy mô lớn khác trong suốt 250 triệu năm qua – tức là trung bình cứ 40 triệu năm lại có một lần gây tuyệt chủng, có thể là do những khối đá lớn đâm vào Trái Đất. Tần suất va chạm của những khối đá đó với hành tinh của chúng ta dường như đã chứng thực giả thuyết này. Trung bình, cứ 50 triệu năm, lại có một tiểu hành tinh có đường kính cỡ 12 km đập vào Trái Đất.

Những va chạm ngẫu nhiên

Chúng ta sẽ làm gì nếu một ngày nào đó, chúng ta được thông báo rằng một tiểu hành tinh đang lao thẳng đến Trái Đất? Nếu cảnh báo này được đưa ra đủ sớm, nhân loại sẽ có vài thập kỷ để hành động. Ta có thể tìm cách làm chệch hướng khối đá sát nhân hoặc phá hủy nó bằng vũ khí nguyên tử. Nhưng hãy cẩn thận! Ta cũng có thể làm gia tăng đáng kể mối đe dọa, bởi vì, khi làm nổ tung tiểu hành tinh thành hàng ngàn mảnh, sẽ có nguy cơ tạo ra rất nhiều tảng đá lao thẳng về phía Trái Đất, thay vì chỉ có một!

Câu chuyện khủng long đã cho chúng ta biết rằng các tiểu hành tinh chính là những tác nhân ngẫu

nhiên khủng khiếp. Chúng không chỉ làm thay đổi hoàn toàn đặc tính của các hành tinh mà còn ảnh hưởng đến sự tiến hóa của sự sống trên Trái Đất. Các sự kiện trên trời hoàn toàn ngẫu nhiên và không thể dự đoán có thể ảnh hưởng sâu sắc đến cuộc sống hàng ngày của chúng ta. Khác với các định luật vật lý được xác định và cố định ngay từ những khoảnh khắc đầu tiên của vũ trụ, những sự kiện này không được quy định bởi tính tất yếu, mà là bởi ngẫu nhiên. Ở mọi cấp độ, thực tại được xây dựng bởi hành động kết hợp của tất định và ngẫu nhiên.

Các chòm sao, lịch của người xưa

Vào một đêm không trăng, mắt thường có thể phân biệt được 6.000 ngôi sao trên bầu trời; ở Mauna Kea, khoảng 2.500 ngôi sao nằm trong tầm mắt của tôi. Đôi mắt của tôi tự nhiên bị thu hút bởi các ngôi sao có ánh sáng rực rỡ nhất. Gần như theo bản năng, tôi kết nối chúng bằng các đường tưởng tượng, vẽ nên các hoa văn trên bầu trời. Đây là một nhu cầu sâu xa của con người với mong muốn sắp đặt một trật tự cho khung cảnh trên bầu trời; sự thôi thúc này có từ buổi bình minh của nhân loại, từ khi con người nhận thức được thế giới xung quanh mình. Trải qua bao thời đại và các nền văn hóa, con người không ngừng phóng chiếu các ước mơ, khát khao và nguyện vọng của mình lên bầu trời. Người cổ đại đã

sớm nhận thấy các hiện tượng trên trời đem lại một sự đều đặn và bất biến đáng yên lòng. Sự chuyển động bất biến của Mặt Trời qua bầu trời trong ngày, Mặt Trăng thay đổi diện mạo của nó trong những khoảng thời gian đều đặn trong tháng, các mùa luân phiên nhau hết năm này qua năm khác, sự trở lại của Mặt Trời sau nhật thực toàn phần: sự thường xuyên đều đặn không thay đổi của bầu trời trấn an họ trước sự bất định của cuộc đời. Người cổ đại cũng thấy trong sự bất biến của bầu trời này lời hứa hẹn về sự bất tử của linh hồn con người.

Chòm sao Đại Hùng/ Bắc Đẩu

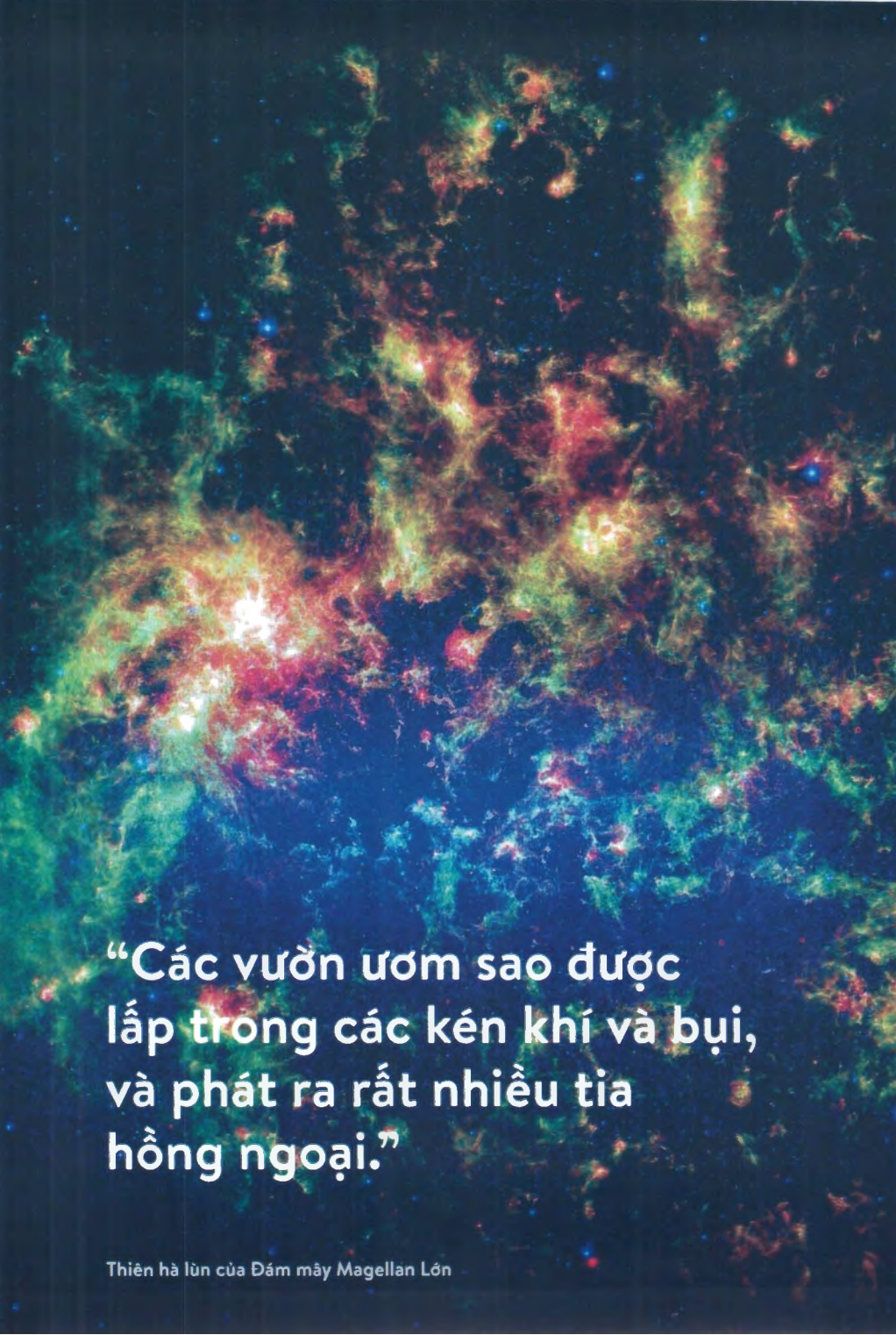
Điều nổi bật nhất về sự vĩnh cửu này là sự xuất hiện qua các mùa của một số nhóm sao, được gọi là “chòm sao”. Mắt tôi hướng về chòm sao Đại Hùng, một cái tên do người Hy Lạp tưởng tượng ra, họ thấy ở đó Callisto đã bị thần Hera biến thành một con gấu. Các hình dạng chúng ta nhận thấy trên bầu trời cũng cho thấy trí tưởng tượng, cách sống và suy nghĩ của chúng ta. Thay vì gấu, người Anh thấy một cái cây. Đối với người dân Bắc Mỹ, đó lại là một cái muôi. Đối với người Trung Quốc, vốn từ lâu đã quen với bộ máy quan lại ở khắp nơi, đó là một nhân viên văn phòng của thiên đình, đang ngồi trên một đám mây và nhận các kiến nghị từ công dân. Đối với người Ai

Cập, đó là một đám rước kỳ lạ gồm một con bò đực, một vị thần nằm ngang và một con hà mã mang theo một con cá sấu trên lưng. Đối với những cư dân của châu Âu thời trung cổ, họ nhìn thấy một chiếc xe ngựa. Chòm Đại Hùng có lẽ là chòm sao của Bắc bán cầu quen thuộc nhất bởi vì tại các vĩ độ của chúng ta, có thể nhìn thấy nó suốt đêm, bất kể thời điểm trong năm. Và bảy ngôi sao tạo nên nó là những ngôi sao sáng nhất trên bầu trời – mặc dù thực tế chúng nhiều hơn nhưng bằng mắt thường ta không nhìn thấy được.

Sự chú ý của tôi sau đó tập trung vào sao Bắc Cực (Polaris), thuộc một chòm sao khác, có tên là Tiểu Hùng, nằm trên đường kéo dài của hai ngôi sao sáng tạo nên biên của chòm Đại Hùng. Từ thời xa xưa, sao Bắc Cực đã chỉ phương bắc cho các du khách, bởi vì trong số tất cả các điểm sáng trên bầu trời, chỉ mình nó dường như bất động bất chấp chuyển động quay của Trái Đất. Sở dĩ như thế là vì trục của Trái Đất luôn hướng về phía nó. Sau đó, tôi hướng đến chòm Orion (Thợ Săn), đặc biệt có thể nhìn thấy trên bầu trời từ tháng 10 đến tháng 3. Được giới hạn bởi bốn ngôi sao, chòm sao này được chia làm hai bởi một đường chéo tạo bởi ba ngôi sao tượng trưng cho thắt lưng của người thợ săn. Orion là một anh hùng trong thần thoại Hy Lạp nổi tiếng bởi sự mê đắm theo đuổi bảy cô con gái (Pleiades – cụm Thất Nữ) của người khổng

lỗ Atlas, bên cạnh nhiều sự kiện khác. Để giúp các cô gái thoát khỏi sự theo đuổi không rời của Orion, các vị thần đã biến họ thành các vì sao trên bầu trời; mỗi đêm mùa đông, chúng ta có thể thấy Orion đuổi theo Pleiades – một nhóm các ngôi sao tương đối trẻ với bảy ngôi sao sáng nhất tượng trưng cho bảy chị em.

Tổ tiên chúng ta cũng đã quan sát bầu trời; và vì những lý do rất thực tế: ngoài sao Bắc Cực chỉ phương bắc, các chòm sao thay đổi theo mùa vì sự chuyển động hàng năm của Trái Đất quanh Mặt Trời, tạo nên cuốn lịch của họ. Sự tồn tại và cuộc sống an vui của người cổ đại, do đó, phụ thuộc vào những hiểu biết của họ về các hiện tượng trên trời và mối quan hệ giữa trời và đất. Ví dụ, mùa săn bắn có liên quan đến sự di trú của bầy linh dương chỉ xảy ra vào những thời điểm nhất định trong năm. Sự khởi đầu của nông nghiệp đã làm tăng nhu cầu hiểu biết về bầu trời. Việc gieo hạt và thu hoạch trái cây và hoa màu cũng thay đổi theo mùa. Vì vậy, khả năng đọc bầu trời bằng cách quan sát các chòm sao rất quan trọng. Theo thời gian, một số người thậm chí còn tin rằng có thể đọc được số phận của con người theo vị trí các ngôi sao tại giờ sinh: thiên văn học (*astronomy*) có một thời gian đã hòa lẫn với chiêm tinh học (*astrology*). Nhưng ngày nay không còn như vậy nữa.



“Các vườn ươm sao được
lấp trong các kén khí và bụi,
và phát ra rất nhiều tia
hồng ngoại.”

Thiên hà lùn của Đám mây Magellan Lớn



Dải thiên văn Mauna Kea vào lúc hoàng hôn. Kính thiên văn mà tôi sử dụng nằm ở rìa phải.

“Sự chuyển tiếp từ ngày sang đêm là một trong các sự kiện xúc động nhất. Khi Mặt Trời biến mất dưới chân trời, bầu trời tiếp tục được chiếu sáng thêm vài khoảnh khắc nữa. Hôm nay, đêm quan sát hứa hẹn sẽ rất tuyệt vời.”

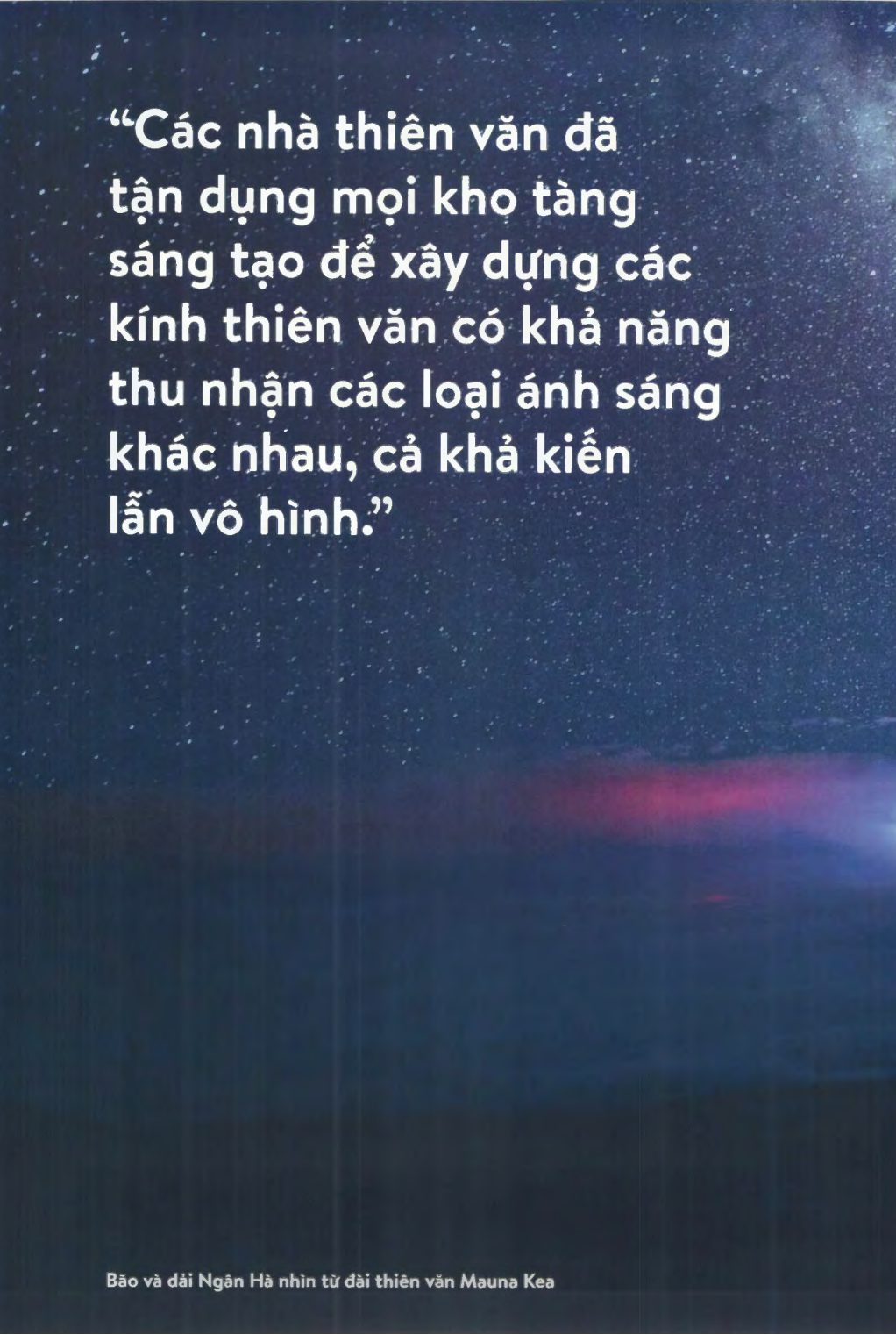




**“Trái Đất đã sinh ra Mặt Trăng
trong quá trình tạo thành
các hành tinh của Hệ Mặt Trời,
cách đây 4,55 tỷ năm.”**

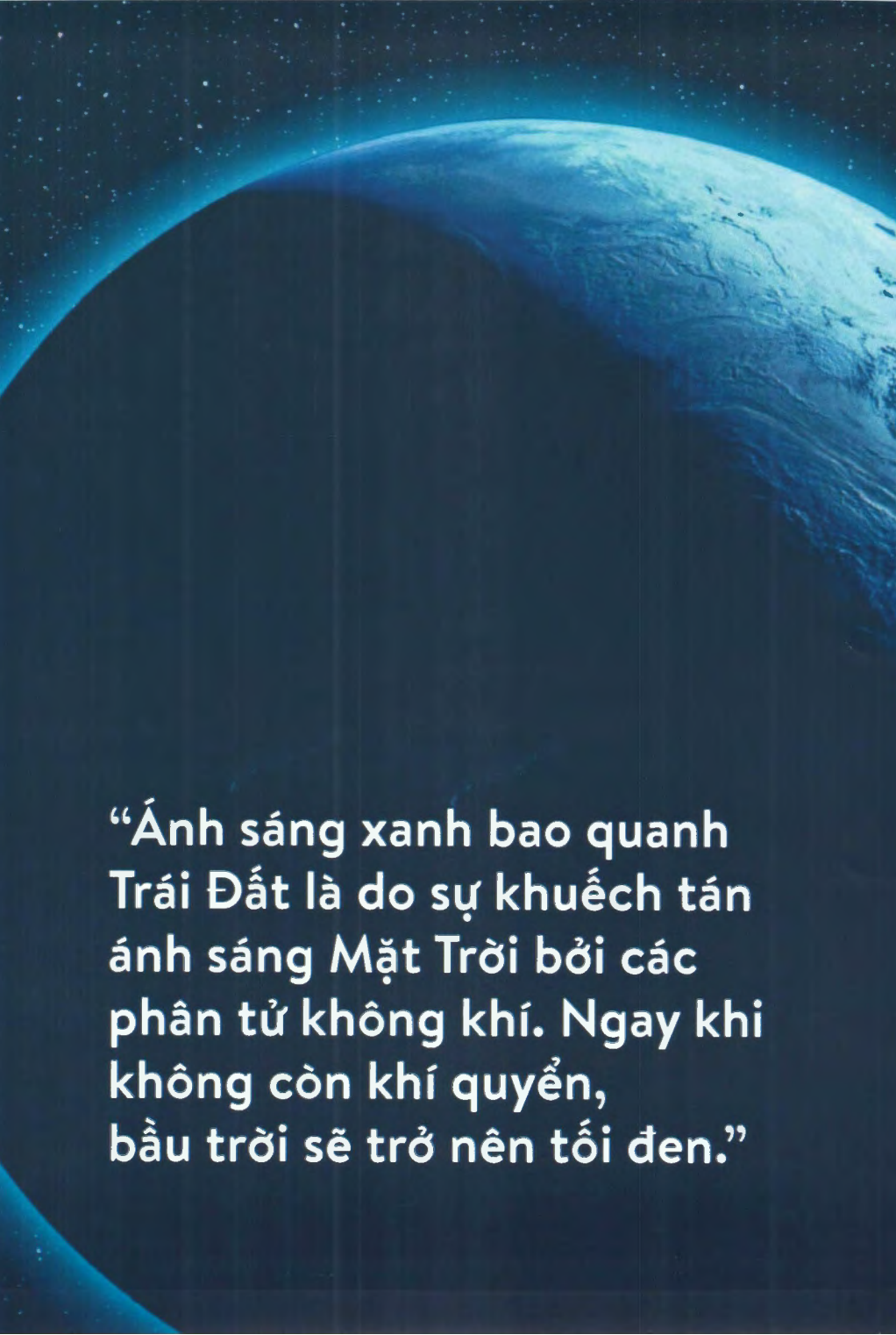


Mark Rothko, Vỏ đề - Trắng, vàng, đỏ trên vàng, 1953 (Mặt trời lặn)



**“Các nhà thiên văn đã
tận dụng mọi kho tàng
sáng tạo để xây dựng các
kính thiên văn có khả năng
thu nhận các loại ánh sáng
khác nhau, cả khả kiến
lẫn vô hình.”**





**“Ánh sáng xanh bao quanh
Trái Đất là do sự khuếch tán
ánh sáng Mặt Trời bởi các
phân tử không khí. Ngay khi
không còn khí quyển,
bầu trời sẽ trở nên tối đen.”**





Henri Rousseau tức Nhân viên thuế quan Rousseau,
Nàng digan ngủ (Sự tương tác cặp đôi Trái Đất-Mặt Trăng)



“Thiên văn học hiện đại đã làm sáng tỏ mối liên hệ mật thiết giữa con người với vũ trụ: bản thân tôi được tạo ra từ các bụi sao, cũng như mọi sự sống và thể giới vật chất xung quanh tôi.”

Thiên hà Andromeda, cách chúng ta 2,3 triệu năm ánh sáng, là thiên hà xoắn ốc gần Ngân Hà nhất.



Roy Lichtenstein, *Bờ biển, ban đêm*

**“Vào cuối mỗi tháng,
khi Mặt Trăng quay tròn một
vòng xung quanh Trái Đất,
ốc anh vũ tạo ra ba mươi vân.
Như vậy, vỏ của nó cho phép
ta theo dõi sự tiến triển của
chuyển động Mặt Trăng
xung quanh Trái Đất.”**

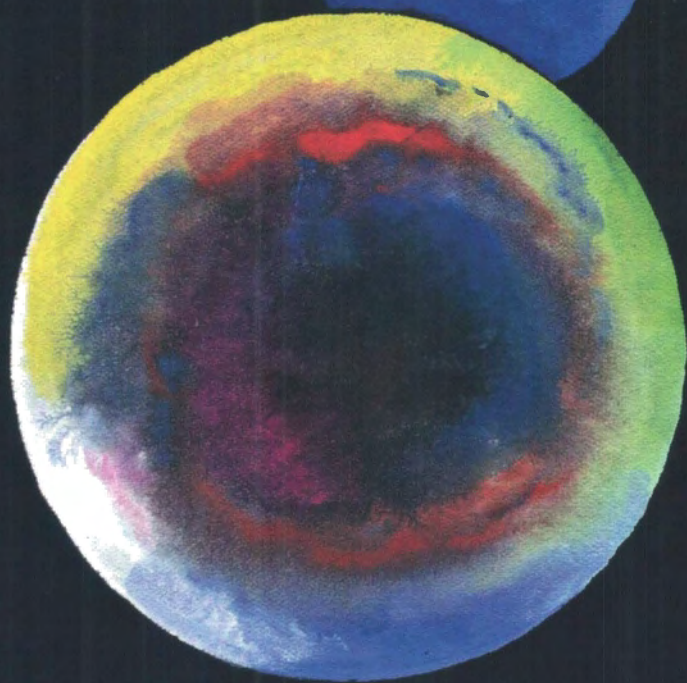




**“Kim tinh, chụp bởi radar
của tàu thăm dò Magellan,
cho thấy bề mặt nóng bỏng,
bao phủ bởi các dòng
dung nham núi lửa.”**



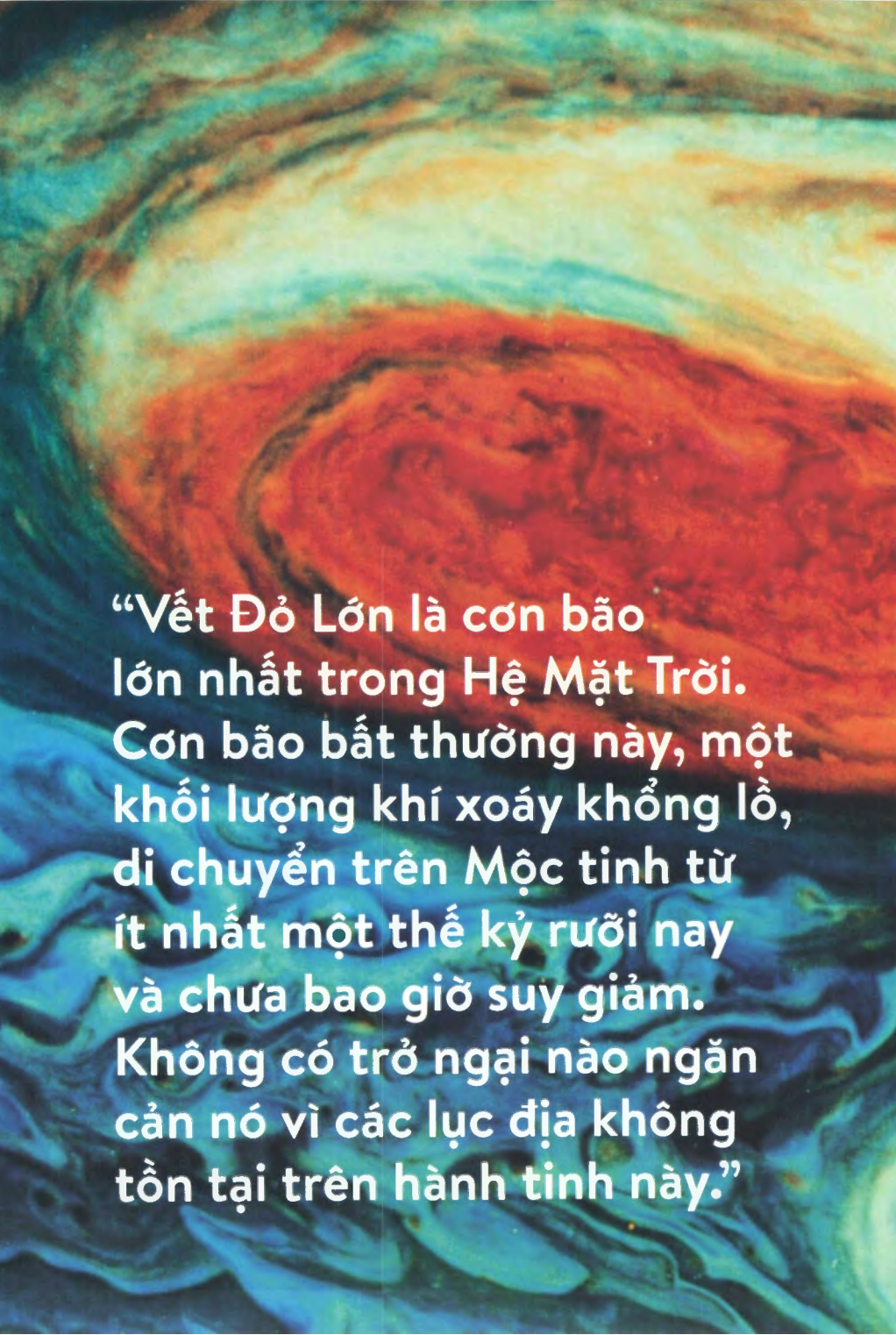
**“Ở kỳ Trăng non, khi Mặt Trăng,
vệ tinh của chúng ta, thẳng
hàng với Mặt Trời và Trái Đất,
nó che khuất ánh sáng của
Mặt Trời. Đêm xuống giữa
ban ngày và các vì sao sẽ
xuất hiện trên bầu trời.
Chim chóc ngừng hót...
Thiên nhiên như ngừng thở.”**



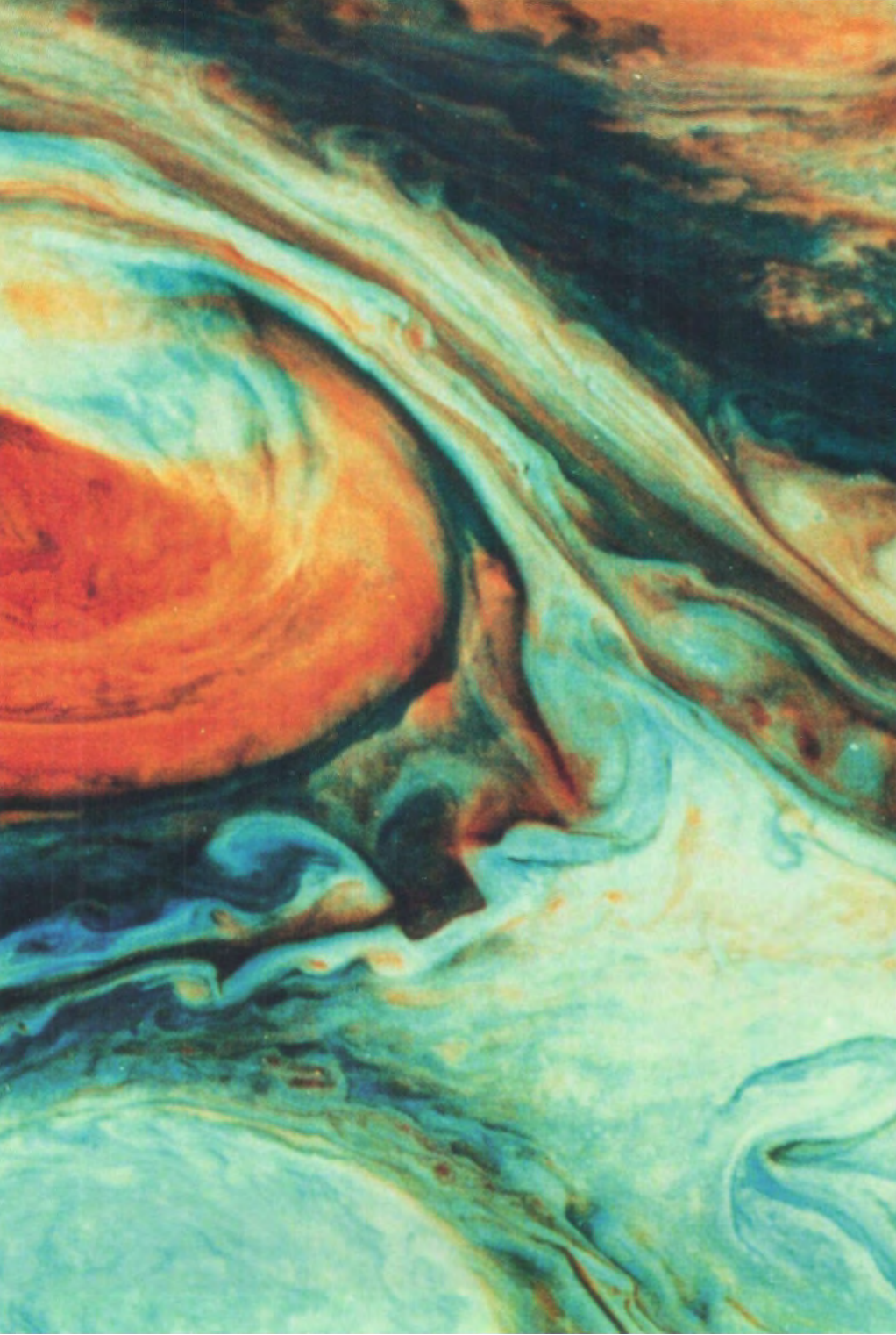
Thayaht, *Cirnos*



Marc Chagall, *Cảnh xanh*



**“Vết Đỏ Lớn là cơn bão
lớn nhất trong Hệ Mặt Trời.
Cơn bão bất thường này, một
khối lượng khí xoáy khổng lồ,
di chuyển trên Mộc tinh từ
ít nhất một thế kỷ rưỡi nay
và chưa bao giờ suy giảm.
Không có trở ngại nào ngăn
cản nó vì các lực địa không
tồn tại trên hành tinh này.”**

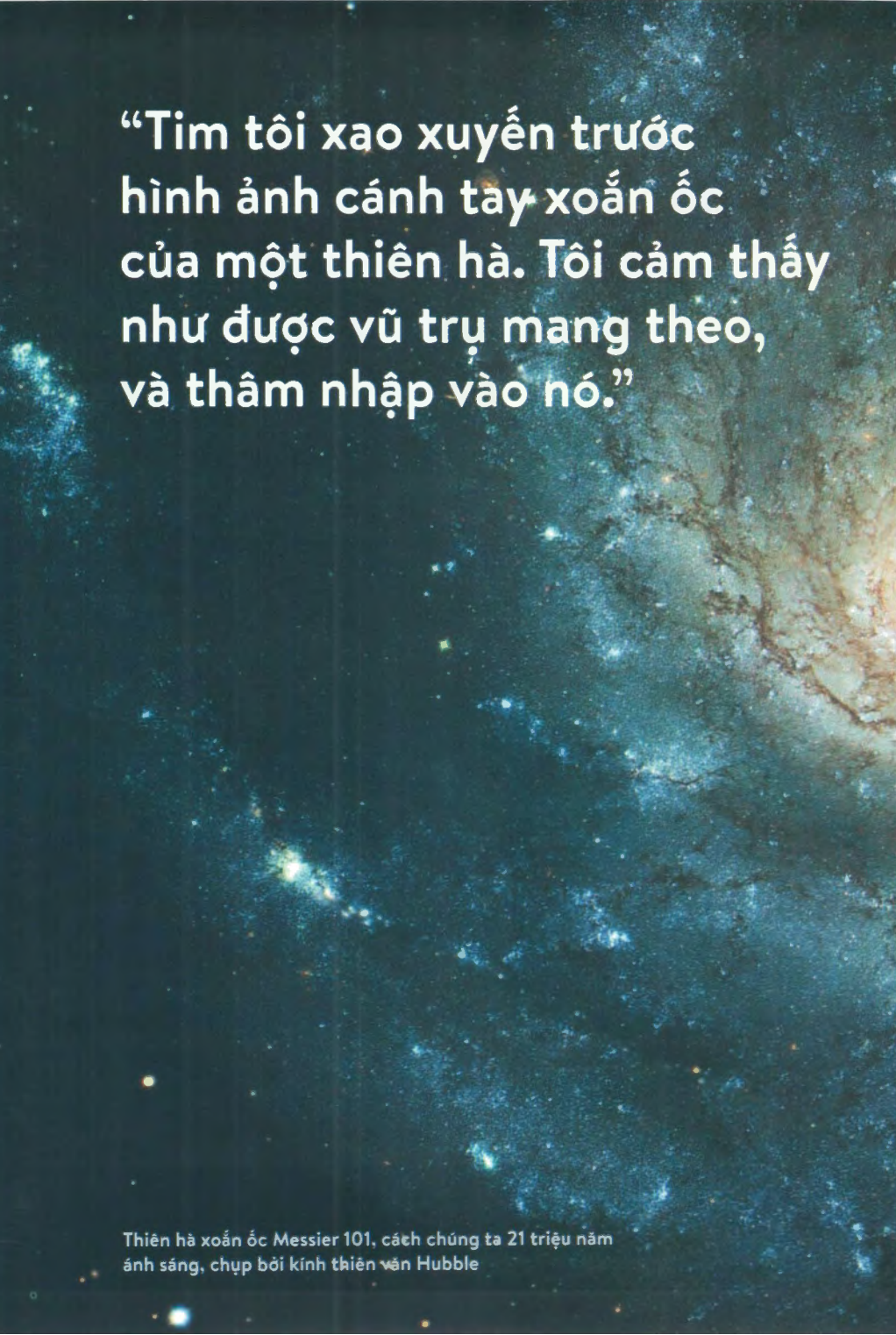




Pablo Picasso, *Ôm xiết*



Edvard Munch, *Nụ hôn*

The background of the entire page is a high-resolution image of the Whirlpool Galaxy (Messier 101). The galaxy is a grand design spiral, with a bright, dense central core and two prominent, well-defined spiral arms. The arms are composed of numerous stars and interstellar dust, appearing in shades of blue, white, and yellow. The overall image has a grainy, high-contrast quality typical of deep space photography.

**“Tim tôi xao xuyến trước
hình ảnh cánh tay xoắn ốc
của một thiên hà. Tôi cảm thấy
như được vũ trụ mang theo,
và thâm nhập vào nó.”**

Thiên hà xoắn ốc Messier 101, cách chúng ta 21 triệu năm
ánh sáng, chụp bởi kính thiên văn Hubble



“Sao chổi là những tiểu hành tinh đến quá gần Mặt Trời. Bằng tạo nên chúng bị tan chảy và tạo ra những cái đuôi khí và bụi trôi nổi dài hàng trăm triệu kilomet.”

Sao chổi Hale-Bopp



Georges Braque, minh họa cho
Lettera amorosa (Thư tình) của René Char
(Kho chứa các tiểu hành tinh)



Vassily Kandinsky, *Phác họa các vòng tròn*
(Những hồ thiên thạch hình cầu)





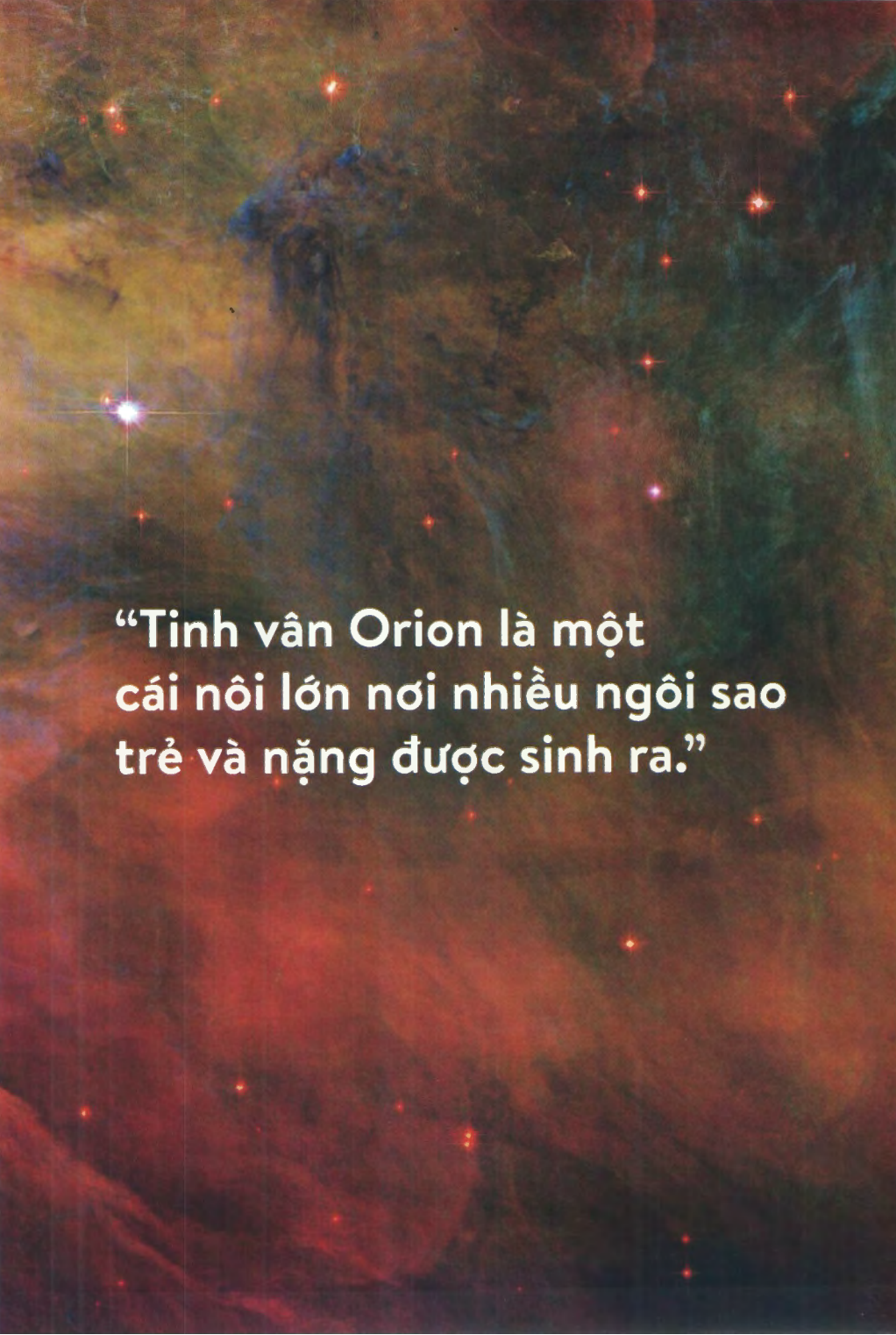
Trường sao chụp bởi Hubble trong tâm Ngân Hà
cách Trái Đất 27.000 năm ánh sáng

**“Những vùng tối là do
các dải bụi chắn ánh sáng
từ các ngôi sao trong
đĩa Ngân Hà.”**

Dải Ngân Hà nhìn từ Altiplano
ở San Pedro de Atacama (Chile)



Tinh vân Orion cách Trái Đất 1.400 năm ánh sáng,
chụp bởi kính thiên văn không gian Hubble

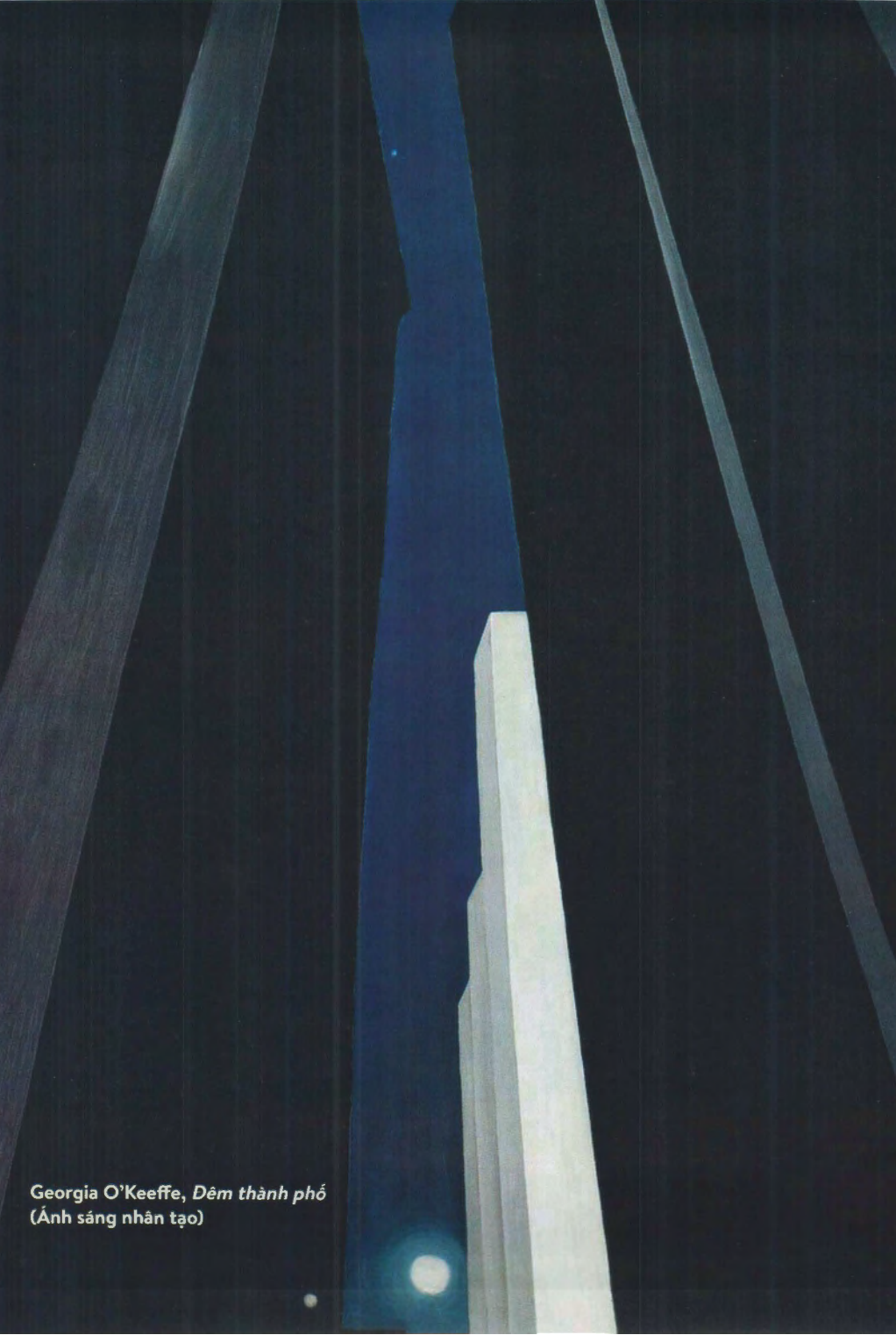


**“Tinh vân Orion là một
cái nôi lớn nơi nhiều ngôi sao
trẻ và nặng được sinh ra.”**



• Claude Monet, *Họa loa kèn nước* (trích)
(Vẽ Bầu trời sao)






Georgia O'Keeffe, *Dêm thành phố*
(Ảnh sáng nhân tạo)



Amédée Ozenfant, *Đường phố về đêm*
(Khu bảo tồn sao trời)



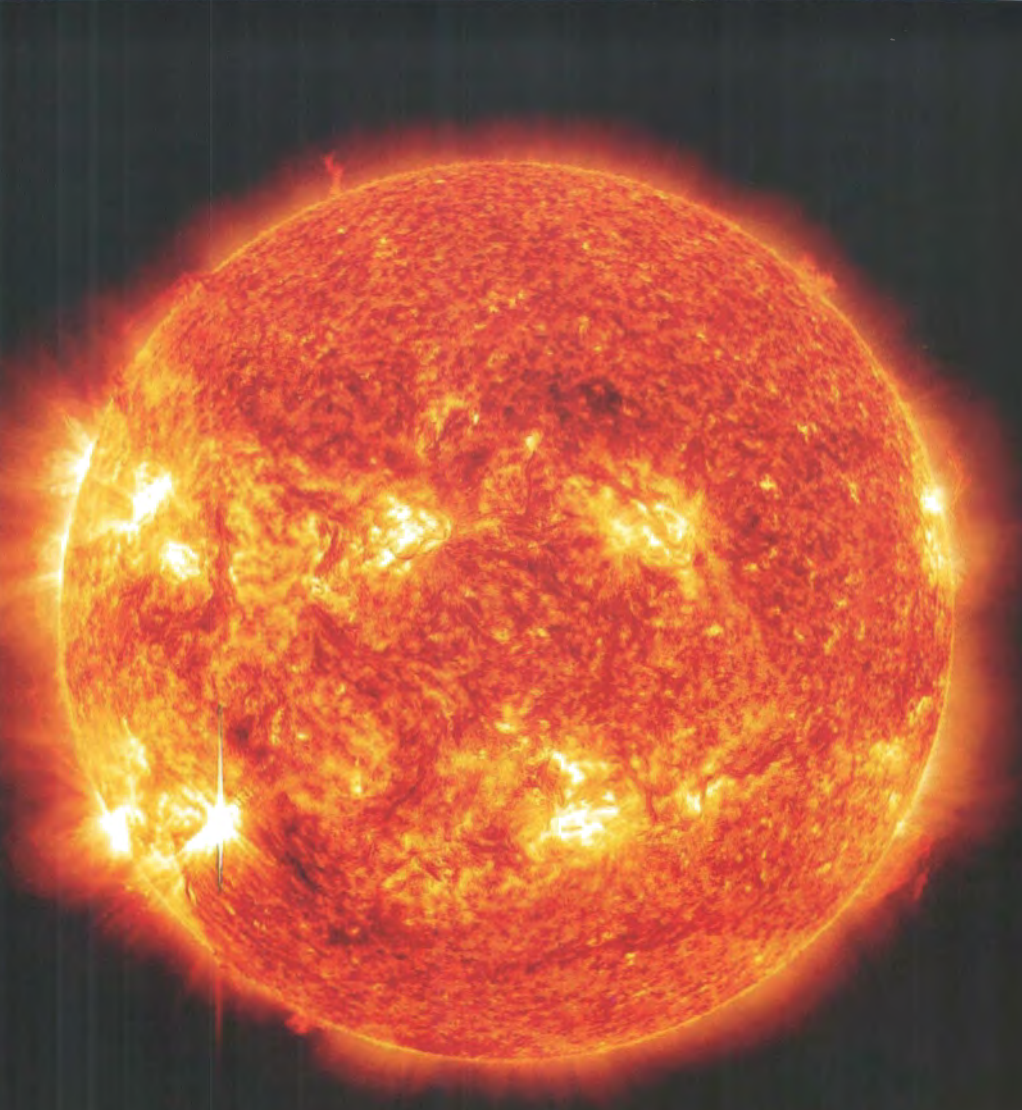
Ô nhiễm ánh sáng nhìn từ không gian



**“Loài người liệu có đủ
khôn ngoan để kiềm chế
ham muốn vô độ xây dựng
và chiếu sáng của mình,
để con cái chúng ta vẫn còn
có thể chiêm ngưỡng bầu trời
với tất cả sự lộng lẫy của nó?”**



Magritte, *Nhấn vàng*
(Sự tĩnh lặng của đêm)



**“Ngôi sao Mặt Trời là một
quả cầu khí khổng lồ có
bán kính lớn gấp 109 lần
bán kính Trái Đất.”**





Odilon Redon, Đức Phật
(Mình triết Phật giáo)



Goya, Saturne ăn thịt con trai mình



Edvard Munch, *Vũ điệu cuộc sống*

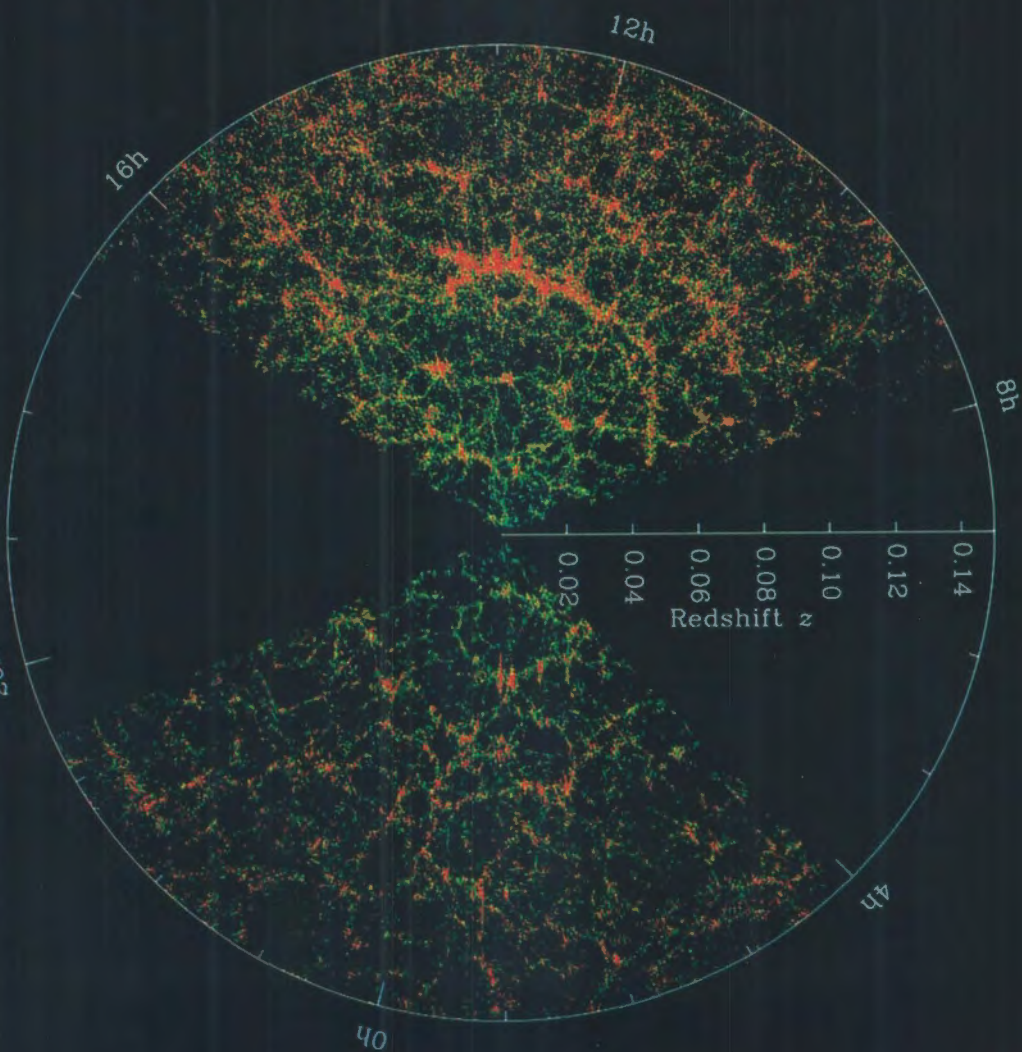


Jérôme Bosch, *Djag nguc*



Trăng lên

**“Các thiên hà vẽ ra trong
màn đêm đen một bức tranh
phát sáng kỳ vĩ của vũ trụ.”**



Bản đồ này của vũ trụ gần cho thấy kiến trúc vũ trụ được xây nên bởi lực hấp dẫn.
Trái Đất nằm ở trung tâm của vòng tròn và mỗi điểm biểu diễn một thiên hà.

Mười hai cung Hoàng Đạo

Nhìn từ Trái Đất, Mặt Trời trong năm vẽ lên một vòng tròn lớn trên bầu trời. Từ thế kỷ 5 TCN, người Cổ đại đã chia vòng tròn này thành mười hai cung (mỗi cung cho một tháng trong năm), tương ứng với các chòm sao mà Mặt Trời lần lượt gặp trong hành trình (biểu kiến) hằng năm của nó trên bầu trời. Các cung này đã khá quen thuộc với chúng ta: chúng lần lượt là Bạch Dương (vào ngày 21 tháng 3, Mặt Trời đi vào tiết Xuân phân), Kim Ngưu, Song Tử, Cự Giải (Mặt Trời đi vào Hạ chí, 21 tháng 6), Sư Tử, Xử Nữ, Thiên Bình (Thu phân, 21 tháng 9), Bọ Cạp, Nhân Mã, Ma Kết (Đông chí, ngày 21 tháng 12), Bảo Bình, và Song Ngư. Các cung này vẫn còn dùng cho tới ngày nay, trong chuyên mục số tử vi của nhiều báo và tạp chí trên khắp thế giới. Các cung này được gọi là hoàng đạo (*zodiac*) vay mượn từ tiếng Hy Lạp *zodiakos* - nghĩa là “vòng tròn các động vật”. Bạch Dương, Kim Ngưu, Sư Tử, Bọ Cạp, Song Ngư, một phần lớn các chòm sao hoàng đạo đều quy chiếu đến các động vật. Ban đầu, các cung hoàng đạo có mối quan hệ khá xa xôi với các chòm sao cùng tên, nhưng những mối liên hệ này đã trở nên mạnh mẽ dần theo thời gian. Mỗi một vùng hoàng đạo phủ một góc 30 độ trên bầu trời (tức là 360 độ chia cho 12), trong khi ngày nay, theo quy ước, các chòm sao được định nghĩa là chỉ phủ một góc 18 độ; ngoài ra, trong thực tế, giới

hạn của chúng không đều và không được xác định rõ ràng như các cung hoàng đạo. Cuối cùng, số các cung hoàng đạo trong chiêm tinh học vẫn cố định, bằng 12, trong khi các chòm sao đã dần dần tăng lên.

Hơn một nửa trong số 88 chòm sao hiện nay che phủ bầu trời có nguồn gốc rất cổ xưa. Chúng thường mang tên của các nhân vật thần thoại, như Hercules, Perseus, hoặc tên của các loài động vật, chắc có lẽ cũng bởi cùng một thôi thúc tâm linh giống như các họa sĩ vẽ các loài động vật trên vách các hang động Lascaux và Chauvet. Các ngôi sao tạo thành một phần của cùng một chòm sao không nhất thiết phải gần nhau về không gian. Chúng chỉ đơn giản là đủ sáng để có thể nhìn thấy bằng mắt thường, một số vô tình ở trên cùng một đường ngắm từ Trái Đất. Bản thân những ngôi sao có thể mờ nhạt, nhưng lại có vẻ sáng hơn vì chúng ở gần Trái Đất hơn, hoặc bản chất là sáng hơn nhưng lại ở Trái Đất xa hơn.

Polaris, ngôi sao phương bắc

Giống như Mặt Trời và Mặt Trăng, các vì sao – và do đó cả các chòm sao do chúng tạo nên – mọc ở phía đông và lặn ở phía tây. Nếu diện mạo của bầu trời thay đổi như đã biết trong đêm, thì đó không phải là do sự chuyển động của các vì sao, mà là do sự quay của Trái Đất. Đối với các chòm sao, chúng thay đổi tùy theo mùa do chuyển động hằng năm của Trái

Đất quanh Mặt Trời. Ở thang một đời người, khoảng một trăm năm, hình dạng của các chòm sao không thay đổi. Nhưng điều đó không có nghĩa là chúng bất động. Ở thang cuộc đời các vì sao – khoảng hàng triệu hay thậm chí hàng tỷ năm – sự sắp xếp của các ngôi sao trong chòm sao sẽ thay đổi. Không chỉ vì các ngôi sao được sinh ra, sống và chết đi, xuất hiện và biến mất khỏi chòm sao, mà còn bởi vì chúng không bất động trên bầu trời; trái lại, chúng liên tục di chuyển đối với nhau, với tốc độ hàng chục km/s, một số sẽ rời chòm sao để sang một chòm sao khác. Do đó, các chòm sao sẽ ly tán và từ từ thay đổi theo thời gian vũ trụ. Tất cả chỉ là vô thường.

Nếu mọi thứ đều thay đổi và chuyển động, vậy còn sao Bắc Cực (Polaris) thì sao? Liệu nó có còn tiếp tục chỉ hướng bắc cho con cháu chúng ta trong vài chục ngàn năm nữa không? Câu trả lời chắc chắn là không, bởi vì trục quay của Trái Đất không cố định. Do tương tác hấp dẫn của hành tinh chúng ta với Mặt Trời và Mặt Trăng, trục quay này dao động. Các nhà thiên văn học gọi hiện tượng này là sự “tiến động”. Chẳng hạn, 4.000 năm trước, trục của Trái Đất không chỉ đến Polaris, mà chỉ tới một ngôi sao khác có tên là Alpha, trong chòm sao Thiên Long (Draco). Trong 14.000 năm nữa, con cháu chúng ta sẽ thấy trục hành tinh trở đến một ngôi sao mới, Vega, trong chòm sao Thiên Cầm (Lyra). Trong mọi trường hợp, ở thang

thời gian con người, sự tiến động là không đáng kể, nghĩa là người du hành sẽ không lạc mất hướng bắc nếu đi theo Polaris. Nhưng khi nói đến việc thực hiện các quan sát thiên văn, thì đó lại là một vấn đề hoàn toàn khác: tôi phải xét tới sự tiến động của trục quay Trái Đất để hướng kính thiên văn của mình tới đúng ngôi sao mong muốn.

Dải Ngân Hà

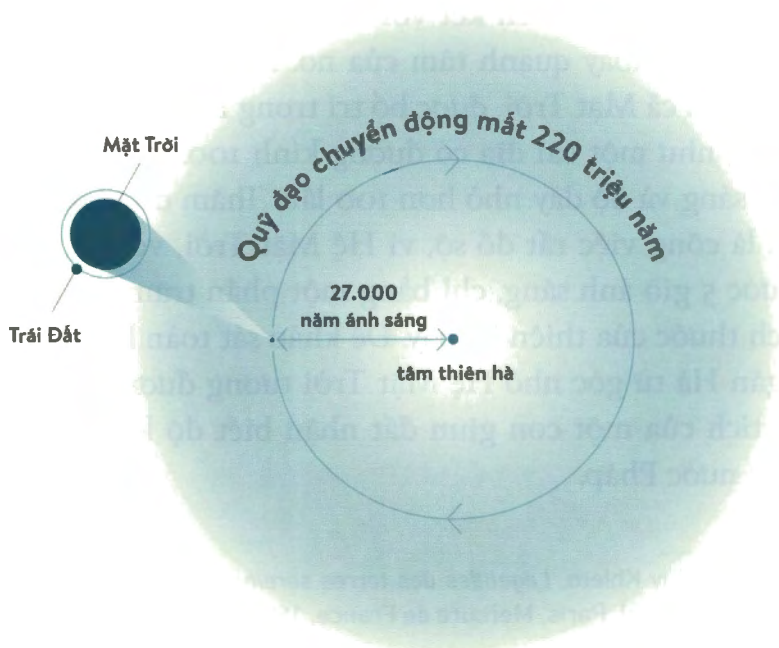
Một vòm sáng lớn vắt qua bầu trời từ phía này sang bên kia. Màu trắng của nó gợi nhớ đến sữa: ở phương Tây nó được gọi là *Milky Way*. Tên này xuất phát từ thần thoại Hy Lạp. Thần Zeus, muốn con trai của mình là Heracles trở thành bất tử, đã cho cậu bú sữa nữ thần Hera trong khi bà đang ngủ. Bị đánh thức, nữ thần đẩy đứa bé ra và một giọt sữa thiêng lan tỏa trên bầu trời, tạo thành Milky Way. Ở Việt Nam, đất nước của các ông hoàng và bà chúa, mục tử và nhà thơ, vòm sáng trên trời này được gọi là Ngân Hà (Sông Bạc). Người ta kể rằng cặp vợ chồng Ngâu sống ở hai bờ dòng sông này, chia cách nhau theo ý muốn của Ngọc Hoàng. “Và kể từ đó, cả hai nhìn nhau qua dải ánh sáng này: xa nhau, nhưng họ luôn nhớ về nhau. Mỗi năm một lần, họ được phép gặp nhau vào tháng bảy, được gọi là tháng Ngâu. Mỗi lần gặp lại, Ngưu Lang và Chức Nữ đều rơi nước mắt mừng mừng tủi tủi; rồi họ khóc thêm lần nữa vào

khoảnh khắc chia ly. Đây là lý do tại sao mưa rơi rất nhiều trong tháng bảy, *mưa Ngâu*¹.”

Quan điểm thơ mộng này cách quá xa với cái nhìn của nhà khoa học về dải Ngân Hà. Việc điều tra về bản chất của dải sáng này đã bắt đầu ngay sau khi Galileo hướng kính viễn vọng của mình về phía nó vào năm 1610. Vô số các ngôi sao đã xuất hiện trước đôi mắt kinh ngạc của ông, chúng còn được nhân lên nhiều lần qua nhiều thế kỷ sau theo mức độ mạnh dần lên của các kính thiên văn. Từ thế kỷ này sang thế kỷ khác, dải Ngân Hà đã dần tiết lộ những bí mật của nó. Vào cuối thế kỷ 19, các nhà thiên văn học biết rằng Ngân Hà là một thiên hà, một tập hợp hàng trăm tỷ ngôi sao liên kết với nhau bởi lực hấp dẫn, tất cả đều xoay quanh tâm của nó. Nhiều ngôi sao, bao gồm cả Mặt Trời, được bố trí trong một cấu trúc giống như một cái đĩa có đường kính 100.000 năm ánh sáng và độ dày nhỏ hơn 100 lần. Thăm dò Ngân Hà là công việc rất đồ sộ, vì Hệ Mặt Trời, với kích thước 5 giờ ánh sáng, chỉ bằng một phần trăm triệu kích thước của thiên hà này. Để khảo sát toàn bộ dải Ngân Hà từ góc nhỏ Hệ Mặt Trời tương đương với kỳ tích của một con giun đất nhận biết độ lớn của toàn nước Pháp.

1 - Phạm Duy Khiem, *Légendes des terres sereines* (Huyền truyện miền thanh lãng), Paris, Mercure de France, 1989.

Mặt Trời không ngừng xoay vòng trong cái đĩa này, kéo theo cả Trái Đất. Hành tinh chúng ta giống như một con tàu vũ trụ mang theo chúng ta mãi miết băng qua không gian giữa các vì sao của dải Ngân Hà với tốc độ khoảng 790.000 km mỗi giờ. Kể từ khi ra đời, Mặt Trời, với bầu đoàn hành tinh đi theo, đã hoàn thành 20 lần quay vòng quanh tâm Ngân Hà, mỗi vòng quay như vậy mất tới 220 triệu năm. Theo quan điểm của người Trái Đất, nằm trong đĩa thiên hà, thì thiên hà này trông giống một cấu trúc mỏng chứa đầy các ngôi sao, khí và bụi vất qua bầu trời, mang đến cho chúng ta quang cảnh tuyệt vời của dải Ngân Hà.



Vậy ngôi sao của chúng ta ở đâu và chúng ta ở đâu trong sự bao la của đĩa thiên hà này? Phải chăng ở trung tâm của Ngân Hà, như bản ngã con người mong muốn? Năm 1543, Nicolaus Copernicus (1473-1543) đã giáng một đòn khủng khiếp vào niềm kiêu hãnh của con người khi đẩy Trái Đất ra khỏi vị trí trung tâm của Hệ Mặt Trời và đặt Mặt Trời vào đó. Từ đó trở đi, các thiên thể không còn quay quanh Trái Đất và vũ trụ không còn được tạo ra cho mục đích sử dụng và lợi ích duy nhất của con người. Con người không còn là tâm điểm chú ý của Đức Chúa Trời nữa. Gần 400 năm sau, nhà thiên văn học người Mỹ Harlow Shapley (1885-1972) đã chứng minh rằng không chỉ Trái Đất, mà cả Mặt Trời nữa, không phải là trung tâm của vũ trụ: nó đơn giản chỉ là một ngôi sao ở vùng ngoại ô, cách trung tâm của Ngân Hà khoảng 27.000 năm ánh sáng, tức là ở hơn một nửa khoảng cách từ trung tâm đến mép của thiên hà này. Thế là bóng ma Copernicus tái xuất một lần nữa. Nó sẽ còn tiếp tục xuất hiện trong những năm tới, vì bản ngã con người không bao giờ chịu thừa nhận thất bại. Nếu Mặt Trời không ở trung tâm của thế giới, thì chắc phải là thiên hà của chúng ta. Nói cách khác, toàn bộ vũ trụ phải nằm trọn trong dải Ngân Hà. Ngày nay, các nhà thiên văn học đã phát hiện ra rằng dải Ngân Hà chỉ là một trong số hàng trăm tỷ thiên hà – mỗi thiên hà chứa hàng trăm tỷ Mặt Trời

– hiện diện trong vũ trụ quan sát được. Và mọi thứ không dừng lại ở đó. Một số nhà vật lý đưa ra ý tưởng cho rằng vũ trụ của chúng ta chỉ là một trong vô số những vũ trụ khác, tất cả tạo thành một “đa vũ trụ” rộng lớn. Vậy là, các tiến bộ khoa học đã thu nhỏ vị trí của con người trong vũ trụ. Thay vì là trung tâm thế giới, hành tinh của chúng ta chỉ là một hạt cát nhỏ, không hơn, lẫn trong đại dương vũ trụ bao la.

Sắc màu của đêm

Đêm luôn tạo cho tôi một trạng thái rất đặc biệt, bình thản và thư thái, làm cho tâm trí dịu lại. Khi tôi rời khỏi phòng quan sát được thấp sáng và đi ra khỏi tòa nhà nơi chứa kính thiên văn để đắm mình trong màn đêm yên bình, vào thời khắc chuyển từ ánh sáng vào bóng tối, ban đầu, đối với tôi, cảnh đêm xuất hiện không mấy rõ ràng. Nhưng sau một thời gian ngắn, khi đã thích ứng với màu đen, các đường nét được vẽ lên, và các hình dạng hiện ra. Năng lực nhìn của đôi mắt thật phi thường, ngay cả với rất ít ánh sáng! Đôi mắt là một công cụ tuyệt vời, được định hình bởi sự tiến hóa sinh học, nó cho phép chúng ta giao tiếp với thế giới và vận động trong đó.

Khi có ánh sáng, chúng ta thấy thế giới đầy màu sắc, một khả năng có vẻ tự nhiên đến mức chúng ta không còn chú ý đến nó nữa. Màu sắc mang lại

một chiều kích bổ sung cho thị giác của chúng ta: sẽ dễ dàng phân biệt hai đối tượng hơn nếu chúng có màu sắc khác nhau. Sự tiến hóa sinh học đã mang lại cho chúng ta một thị giác khác với thị giác của hầu hết các động vật có vú: không giống như con người, chúng không phân biệt tốt các màu sắc. Chẳng hạn, khi một đấu sĩ vùng vẫy miếng vải màu đỏ ở phía trước con bò, thì màu đỏ ấy kích thích khán giả, chứ không phải con bò. Các đấu sĩ cũng sẽ làm cho con bò xông tới nếu như anh ta vùng vẫy một miếng vải màu xám. Trong số các động vật có vú, gần như chắc chắn rằng chúng ta là những động vật duy nhất cùng với loài linh trưởng được tận hưởng một thế giới đầy màu sắc. Trái lại, thế giới của mèo và chó là một màu xám đơn điệu và nhàm chán: chúng không hề biết tới màu xanh của bầu trời và biển, màu đỏ của hoa mĩ nhân trên cánh đồng hoặc màu xanh của lá cây. Thật kỳ lạ, nhiều loài động vật được coi là thấp hơn như chim, cá, bò sát và côn trùng (như ong và chuồn chuồn) lại có cảm giác màu sắc rất phát triển. Chẳng hạn, gà và chim bồ câu, thậm chí cả loài gián – tai họa của mọi ngôi nhà – cũng cảm nhận được một thế giới đầy màu sắc. Vong mạc của chúng thậm chí có bốn loại sắc tố thay vì ba loại như chúng ta. Điều này phải chăng có nghĩa là loài gián cảm nhận được một thế giới giàu màu sắc hơn con người? Chắc chắn là không, bởi vì chúng ta nhìn cả bằng mắt và não của mình – thông

tin thị giác được thu nhận bởi các tế bào cảm quang được chuyển đến não để diễn dịch nó – mà khả năng trí óc của chúng ta rõ ràng là phát triển hơn nhiều so với những con gián! Mặc dù có bốn sắc tố, nhưng loài gián hoàn toàn không nhạy cảm với màu đỏ. Vì vậy, nếu chúng xâm nhập nhà của bạn và bạn muốn xác định vị trí ổ của chúng, một chiến thuật khôn khéo là hãy trang bị các bóng đèn đỏ: bạn có thể nhìn thấy chúng trong khi bạn sẽ là vô hình với chúng!

Độ nhạy của thị giác con người với màu sắc phụ thuộc vào các tế bào cảm quang của võng mạc nằm sâu trong mắt. Chúng ghi lại các hình ảnh theo cách của một cuộn phim hoặc một detector điện tử trong các máy ảnh. Lớp bên trong của nó bao gồm rất nhiều tế bào cảm quang thuộc hai loại: 6 triệu tế bào hình nón và một số lượng lớn hơn đáng kể (khoảng 120 triệu) tế bào hình que. Chúng tách biệt về mặt không gian: các tế bào hình nón nằm tập trung ở khu vực trung tâm của võng mạc, trong khi các tế bào hình que chiếm ưu thế ở các vùng ngoại vi.

Chính nhờ những tế bào hình nón mà chúng ta thấy được thế giới màu sắc: chúng tiết lộ cho chúng ta những sắc màu dịu dàng của bông hồng hay vẻ huy hoàng của màu sắc bức tranh *Hoa Loa Kèn Nước* (*Nymphéas*) của Monet. Có ba loại tế bào hình nón, mỗi loại có chứa một sắc tố nhạy cảm với một màu cụ thể: xanh dương, đỏ và xanh lục. Chính sự kết hợp

của ba màu được gọi là màu cơ bản này sẽ mang lại những màu sắc tuyệt vời bao quanh chúng ta.

Tế bào hình nón và hình que

Nhưng các tế bào hình nón chỉ có hiệu quả nếu cường độ của ánh sáng đủ lớn. Khi không đủ sáng, các tế bào hình que sẽ được kích hoạt. Do có khả năng phát hiện ánh sáng yếu hơn nhiều, nên chủ yếu chúng đảm trách nhìn ban đêm khi không có đủ ánh sáng để kích hoạt các tế bào hình nón. Nhưng tế bào hình que lại không nhạy cảm với màu sắc, nên dưới ánh sáng mờ nhạt, mọi thứ đều dường như không màu đối với chúng ta. Chìm trong bóng tối, tất cả chúng đối với chúng ta chỉ là màu đen. Trong những phút đầu tiên, đắm mình trong bóng đêm, mắt tôi chỉ có thể phân biệt được vài ba ngôi sao sáng nhất trên bầu trời. Tất cả chúng dường như đều có màu trắng. Nhưng sau khoảng mười phút, toàn bộ vòm trời lấp lánh với vô số nguồn sáng. Các ngôi sao nhiều tới mức mà tôi hầu như không nhận ra những dấu vết quen thuộc của một số chòm sao. Nhiều thí nghiệm cho thấy rằng nếu ở nửa giờ trong bóng tối, mắt chúng ta sẽ phân biệt được các vật thể ít sáng hơn khoảng 10.000 lần so với mức chiếu sáng bình thường. Khả năng thích ứng tuyệt vời của mắt với sự thiếu ánh sáng là điều mà có lẽ tất cả chúng ta đều đã trải qua khi cố gắng tìm một ghế trống trong rạp chiếu phim chìm trong

bóng tối. Lúc đầu, hầu như chúng ta không thấy gì cả. Nhưng, một lúc sau, các hàng ghế trở nên dễ thấy hơn nhiều. Độ nhạy lớn hơn đó đối với màu đen là do sự mở rộng của đồng tử, chính là lỗ thông cho ánh sáng đi vào mắt. Độ mở của đồng tử được điều chỉnh theo lượng ánh sáng nhận được. Trong bóng tối, đồng tử có thể mở rộng lên đến 7 mm đường kính ở những người trẻ tuổi, khả năng này sẽ giảm dần tới 5 mm theo độ tuổi. Trái lại, ngay khi tiếp xúc với ánh sáng chói, đồng tử sẽ co lại tới 3,5 mm ở những người trẻ tuổi. Khi đôi mắt tôi đã thích ứng với bóng tối, các tế bào hình nón đi vào hoạt động và tôi bắt đầu thấy một chút màu đỏ, vàng, cam, xanh dương và xanh lá tô màu cho các điểm sáng trên bầu trời. Do các tế bào que chiếm ưu thế trong các vùng ngoại vi của võng mạc, để cảm nhận được các vật có độ sáng yếu, tôi đã học cách không nhìn trực tiếp vào chúng mà qua khước mắt của mình để ánh sáng rơi vào các tế bào que, tế bào nhạy hơn nhiều với ánh sáng cường độ thấp. Tôi đã thực hành kỹ thuật “nhìn ngoại vi” nhiều lần khi nhập môn thiên văn học vào những năm 1970, thời mà những hình ảnh của các thiên thể chưa được truyền bởi những ma thuật điện tử trên màn hình tivi, và thời mà nhà thiên văn học vẫn còn phải nhìn trực tiếp vào các kính viễn vọng để phát hiện các ngôi sao hoặc thiên hà có độ sáng rất thấp.

Vẽ bầu trời sao

Bức tranh *Đêm đầy sao* (*La Nuit étoilée* – 1889) của Vincent Van Gogh, mà tôi đã có cơ hội chiêm ngưỡng nhiều lần tại Bảo tàng Nghệ thuật Hiện đại ở New York, chợt hiện ra trong tâm trí tôi. Họa sĩ đã vẽ bầu trời đêm bên trên ngôi làng Saint-Rémy-de-Provence đang ngủ say. Đây là quang cảnh mà ông phát hiện ra từ căn phòng của mình ở bệnh viện tâm thần mà ông bị nhốt: thật là một bản giao hưởng tuyệt vời của các màu sắc. Màu xanh lá đậm của cây bách ở phía trước, màu xanh dương đậm của bầu trời, màu vàng của Mặt Trăng và màu vàng pha trộn với màu xanh và trắng của các ngôi sao. Bầu trời đêm ở đây hoàn toàn không nhạt nhẽo và đơn điệu chút nào. Chắc chắn họa sĩ đã tưởng tượng thêm để tạo ra bầu trời này, nhưng tôi tin rằng ông cũng được gợi mở bởi những kỷ niệm về đêm tối. Những đêm không có ánh sáng nhân tạo nơi mắt thích nghi và sáng dần với các màu sắc. Trong một bức thư gửi cho chị gái Wilhelmina vào tháng 9 năm 1888, ông viết: “Hiện tại em rất muốn vẽ một bầu trời đầy sao. Có vẻ như đêm tối thậm chí còn phong phú màu sắc hơn cả ban ngày, nó đầy màu tím, xanh lam và xanh lục. Nếu để ý, chị sẽ thấy rằng một số ngôi sao có màu vàng chanh, những ngôi sao khác có màu hồng, xanh lục, màu lam, hay lưu ly. Và tất nhiên khỏi cần phải nhấn mạnh

rằng để vẽ một bầu trời đầy sao, chỉ đặt những chấm trắng trên nền xanh đen thôi là hoàn toàn không đủ.”

Tôi cũng thế, tại Mauna Kea, tôi đã thấy những đốm sáng đầy màu sắc này.

Đêm say ngủ trên Trái Đất và tựa mình trong một giấc mơ vật vờ. Các suy tư, các ham muốn đáng ngờ, mờ ám và vô dạng, bị rứt rề che giấu trong ánh sáng ban ngày, giờ được định hình và nổi lên, và như những tên trộm lén vào nơi tĩnh lặng của giấc mơ. Chúng mở cửa, ngó vào qua cửa sổ, hóa thân một nửa.

Georg Buchner

Cái chết của Danton

Những mối đe dọa của đêm tối

Thời gian dần trôi. Đêm đang tiến dần về sáng. Thật may mắn, bầu trời vẫn trong xanh và thời tiết ổn định. Tôi thường xuyên vào trang web của NASA để kiểm tra các bức ảnh chụp bầu trời của vùng Hawaii và các khu vực xung quanh. Những bức ảnh này được các vệ tinh thời tiết từ không gian gửi về gần như theo thời gian thực. Chúng cho phép kiểm tra thời tiết bất cứ lúc nào và ở bất cứ đâu trên Trái Đất. Những bức ảnh chụp từ không gian này mang lại cho tôi những tin tức tốt lành. Khu vực tôi quan sát hoàn toàn không có mây do một vùng xoáy nghịch áp suất

cao áp đảo và đẩy lùi thời tiết xấu. Không chỉ đêm nay thời tiết đẹp, mà có thể là cả hai đêm tiếp theo nữa. Tôi tiếp tục chương trình làm việc của mình. Đã có năm thiên hà xanh đặc được quan sát. Màn hình hiển thị quang phổ của từng thiên hà: chúng không liên tục, mà có nhiều vạch thẳng đứng rời rạc. Sự sắp xếp của những vạch này của quang phổ hé lộ cho tôi biết bản chất các nguyên tố hóa học tạo nên thiên hà. Tất cả các quang phổ đều thể hiện rõ các vạch bức xạ của nguyên tử hydrogen. Điều này là đương nhiên: hydrogen là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ – chúng chiếm ba phần tư khối lượng của vũ trụ – và do đó trong các thiên hà mà tôi đang nghiên cứu cũng như vậy. Một số quang phổ cho thấy các vạch có cường độ thấp của phân tử hydrogen và sắt. Nghiên cứu các vạch này cho tôi biết về các tính chất vật lý của khí đó, nhiệt độ và mật độ của nó, đồng thời cho phép tôi hiểu rõ hơn khí này bị co mạnh lại như thế nào dưới tác dụng của lực hấp dẫn để tạo thành các ngôi sao trẻ lớn hiện diện trong thiên hà xanh đặc mà tôi đang nghiên cứu. Tôi sẽ dành thời gian nghiên cứu sâu hơn về chúng khi trở lại trường đại học.

Trong khi kính thiên văn tiếp tục thu nhận ánh sáng từ một thiên hà khác trong danh sách của tôi, tôi đi ra ngoài để tản bộ. Đêm đã trở thành một sự hiện diện thân thiện và an ủi kể từ khi tôi thường xuyên

đến các đài thiên văn. Song trước đây thì không phải như vậy. Đối với tôi, đêm đen luôn ẩn chứa nhiều mối đe dọa.

**Càng đi, bọn trẻ càng lạc lối và
dẫn sâu vào rừng. Đêm đến, và nổi lên
một cơn gió lớn, khiến chúng càng sợ hãi.
Chúng nghĩ rằng chúng chẳng nghe thấy gì
ngoài những tiếng hú của đàn sói sẽ tới ăn thịt chúng.
Chúng hầu như không dám nói chuyện với nhau hay
quay đầu lại.**

Charles Perrault

Ngón tay cái nhỏ

Tôi sống mười tám năm đầu đời tại quê hương, trong bầu không khí chiến tranh. Tôi sinh năm 1948, tại Hà Nội, trong một gia đình nho học khá giả, khi sự chiếm đóng của người Nhật tại Việt Nam chấm dứt và người Pháp đang cố gắng chiếm lại thuộc địa cũ của họ. Cuộc chiến giành độc lập do Chủ tịch Hồ Chí Minh và các đồng chí của mình dẫn dắt chống lại người Pháp đang ở thời kỳ ác liệt. Cuộc chiến chỉ kết thúc vào năm 1954 với sự thất bại về quân sự của các lực lượng Pháp trước Việt Minh tại Điện Biên Phủ. Việt Nam sau đó bị chia làm hai, miền Bắc Việt Nam dưới chế độ Cộng sản của Chủ tịch Hồ Chí Minh, và miền Nam Việt Nam do Hoa Kỳ hỗ trợ. Cha tôi, một

quan chức cấp cao của chính phủ miền Bắc trước đây, đã quyết định chuyển gia đình vào miền Nam. Tôi lớn lên ở Sài Gòn, thủ phủ của miền Nam Việt Nam lúc bấy giờ, với tuổi thơ hạnh phúc và gần như bình yên, mặc dù một cuộc chiến tranh mới, thường được gọi là “Chiến tranh Đông Dương lần thứ hai”, đã lơ mờ hiện ra ở chân trời. Bắt đầu vào năm 1955 như cuộc nội chiến giữa miền Bắc, với mong muốn thống nhất toàn bộ đất nước dưới sự lãnh đạo của những người Cộng sản, và miền Nam chống lại ý muốn đó, cuộc chiến đã nhanh chóng trở thành cuộc đối đầu giữa Bắc Việt và Hoa Kỳ. Cuộc xung đột chỉ kết thúc vào năm 1975, sau khi Mỹ rút quân và đất nước thống nhất dưới chế độ Cộng sản.

Tiếng bom

Ba mươi năm chiến tranh liên tục đã cho tôi một cái nhìn rất đặc biệt về đêm. Đối với tôi, nó rất nguy hiểm. Không thể đi dạo vào ban đêm ở vùng nông thôn mà không sợ hãi. Sợ thấy các binh sĩ xuất hiện bất cứ lúc nào hoặc bị chặn lại bởi các trận chiến trên đường. Một số đêm, tôi còn nghe thấy tiếng dội bom của máy bay B52 vào các khu rừng và vùng nông thôn. Rồi mặt đất run rẩy, cửa sổ rung lên và đêm rực đỏ ở chân trời. Vào những năm đó, trong tâm trí tôi, đêm thường liên hệ với cái chết. Sau khi tốt nghiệp phổ thông tại Sài Gòn năm 1966, khi lần

đầu tiên ra nước ngoài, tới Thụy Sĩ, để bắt đầu học đại học ở Lausanne, tôi rất ấn tượng với cảm giác an toàn mà tôi nhận thấy vào ban đêm ở Thụy Sĩ. Trong những tháng đầu tiên ấy, tôi đã rất ngạc nhiên khi có thể quan sát màn đêm trong bình yên, mà không sợ bị đạ n lạc. Tôi dần dần phát hiện ra rằng bóng tối không phải lúc nào cũng là mối đe dọa.

Chiếu sáng màn đêm

Tôi không phải là người duy nhất sợ hãi bóng đêm. Trong trí tưởng tượng của con người, màn đêm chứa đầy ma quỷ, ma cà rồng và người sói. Ở thời xa xưa, tổ tiên chúng ta đã từng phải đối mặt với những nguy hiểm thực sự, với những thú săn mồi ẩn mình trong bóng tối. Để xua đuổi nỗi sợ hãi này, con người đã phát minh ánh sáng nhân tạo. Việc chinh phục lửa, cách đây chừng 500.000 năm, là bước đầu tiên: lửa trại không chỉ dùng để xua đuổi những thú săn mồi vào ban đêm, mà ánh sáng của nó còn cho phép người tiền sử kéo dài ngày làm việc của mình đến khuya. Đuốc tạo ra ánh sáng bằng cách đốt cháy chất béo động vật và dầu thực vật, sau đó được dùng để chiếu sáng mãi cho đến khi nến xuất hiện, rồi đèn trong thời hiện đại. Trong khoảng từ 30.000 đến 11.000 năm trước, các họa sĩ đã vẽ nên những bức tranh tuyệt vời trên vách các hang động Chauvet và Lascaux, dưới ánh sáng các ngọn đèn được đeo gọt từ

đá vôi. Khoảng năm 1400 TCN, người Ai Cập đã tôn vinh thần Ra, tức thần Mặt Trời, với những cây đèn bằng đồng hoặc đất nung đốt dầu ô liu. Nến sáp xuất hiện vài thế kỷ trước Chúa Jesus. Được sử dụng duy nhất trong các nghi lễ tôn giáo thuở ban đầu, nến đã trở thành nguồn sáng nhân tạo chính thời Trung Cổ. Ở thế kỷ 18, kỹ thuật trở nên tinh xảo hơn, đèn trở nên hiệu quả hơn. Đèn xâm chiếm các thành phố và thắp sáng các huyết mạch của nó. Paris là kinh đô ánh sáng. Từ năm 1880, đèn dầu và khí đốt phải nhường chỗ cho đèn điện. Sáng chế của Thomas Edison (1847-1931) đã làm thay đổi hoàn toàn bộ mặt các thành phố và lối sống đô thị. Các đường phố trở nên an toàn hơn. Hoạt động của con người không dừng lại khi đêm xuống. Ánh sáng nhân tạo biến đêm thành ngày. Từ nay con người có thể được sinh ra, sống và chết trong miền man ánh sáng, cả tự nhiên lẫn nhân tạo.

Ánh sáng nhân tạo

Dù vậy, theo một cách nào đó, ánh sáng nhân tạo cũng làm giảm đáng kể mối quan hệ của chúng ta với thế giới. Nó tách chúng ta ra khỏi môi trường của mình, và theo ý tôi, điều đó đã tạo nên một sự mất mát đáng kể. Do ánh sáng của chúng ta không còn tuân theo nhịp điệu của Mặt Trời và Mặt Trăng, chúng ta đã mất đi sự tiếp xúc thật gần gũi với bầu trời và thiên nhiên mà tổ tiên xa xưa từng có. Ánh sáng chói

lò của đèn neon và đèn sợi đốt ở các thành phố đã tước đoạt mất ở con người đô thị cảnh tượng vòm trời đầy sao thật tráng lệ. Hơn 80% dân số thế giới sống dưới bầu trời tràn ngập ánh sáng nhân tạo. Thay vì hàng ngàn ngôi sao rực rỡ nhấp nháy, người dân thành phố chỉ còn có thể phân biệt bằng mắt thường khoảng hai mươi ngôi sao. Một phần ba nhân loại sẽ không bao giờ được thưởng thức cảnh tượng huyền diệu của dải Ngân Hà. Không còn cảnh trẻ em thành thị ngước mắt nhìn lên bầu trời nữa. Tuy nhiên, việc nuôi dưỡng mối liên hệ này với vũ trụ và không phá hủy sợi dây liên lạc đó là điều rất quan trọng.

Ngay cả các đài thiên văn cũng không tránh khỏi bị ảnh hưởng bởi tai họa này. Việc mở rộng liên tục các thành phố lớn sẽ lấn dần không gian xung quanh các địa điểm đặc ân này, nơi con người vẫn còn có thể tiếp xúc với vũ trụ. Chẳng hạn, ô nhiễm ánh sáng ở các khu vực đô thị lớn cản trở chúng ta quan sát các đối tượng ít sáng hơn. Thật đau lòng khi nhìn thấy Đài thiên văn trên núi Wilson ở ngoại ô Los Angeles, cái nôi của vũ trụ học hiện đại, nơi nhà thiên văn người Mỹ Edwin Hubble đã phát hiện ra bản chất của các thiên hà vào năm 1923 và sự giãn nở của vũ trụ vào năm 1929, đặt nền tảng cho thuyết Big Bang, không còn sử dụng để quan sát các thiên hà xa xôi được nữa, vì ánh sáng quá chói lóa của thành phố Thiên thần này. Thậm chí còn hơn cả Los Angeles, ở

Las Vegas, đèn neon đã hoàn toàn xóa bỏ màn đêm. Trong các bức ảnh của NASA, thành phố này hiện lên như là điểm sáng nhất trên Trái Đất.

Một thành phố như Las Vegas được xây dựng chỉ để đánh bại màn đêm. Tiếng ồn không ngừng của máy đánh bạc, sự tràn ngập của ánh sáng điện, sự ngoạn mục hóa mọi khoảnh khắc cổ tình để đánh bại tất cả những gì mờ ám trong bóng tối. [...]

Những tạo tác này đã xóa bỏ cơ hội được an ủi bởi bầu trời sao: để thấy nó, bạn phải đi đến sa mạc bao quanh thành phố.

Michaël Fœssel,

Buổi đêm. Sống không nhân chứng

Khu bảo tồn trời sao

Để bảo tồn màn đêm đen của bầu trời cho các nhà thiên văn học chuyên nghiệp và nghiệp dư, để các thế hệ tương lai có thể biết đến bầu trời rực sáng của hàng ngàn nguồn sáng, ý tưởng thiết lập các khu bảo tồn quốc tế cho bầu trời sao đã ra đời. Mục đích là để bảo vệ môi trường xung quanh các đài thiên văn không bị ánh sáng nhân tạo xâm lấn bằng cách thiết lập các vùng đệm, tại đó sự ô nhiễm ánh sáng sẽ được kiểm soát chặt chẽ. Chẳng hạn, khu bảo tồn trời sao đầu tiên trên thế giới được thiết lập tại Quebec năm 2007: với diện tích 5.500 km² trong bán kính 50 km

xung quanh Đài thiên văn Mont-Mégantic. Chưa đầy một thập kỷ, đài thiên văn này đã thu hút sự hỗ trợ của gần hai mươi thành phố xung quanh, và thuyết phục được chính quyền, doanh nghiệp và công dân về lợi ích của đêm tối. Các doanh nghiệp, các ngành công nghiệp cũng như các thường dân đều hăng hái tham gia. Các thành phố đã thay thế sự chiếu sáng đường phố của họ bằng các thiết bị ít sáng nhưng hiệu quả hơn, giúp tiết kiệm năng lượng đáng kể và giảm ô nhiễm ánh sáng khoảng 35%. Tổng cộng, hơn 3.300 bộ đèn đã được thay thế. Kết quả hầu như không cần chờ đợi: bầu trời sao đã nhanh chóng phục hồi sự huy hoàng của những năm xưa. Ngoài việc tiết kiệm năng lượng đáng kể ra, cư dân của khu bảo tồn trời sao đã rất hài lòng khi có thể cung cấp cho con cái họ một trong những trải nghiệm ấn tượng nhất: đó là được quan sát bầu trời đầy sao. Ví dụ này cho thấy rằng nếu một cộng đồng bị thuyết phục về giá trị tinh thần cũng như khoa học của đêm tối và hành động một cách thích đáng để hạn chế ô nhiễm ánh sáng, thì sẽ không cần thiết phải đi hàng ngàn km, như trên núi lửa Mauna Kea ở giữa Thái Bình Dương hay trong sa mạc Atacama ở Chile, để chiêm ngưỡng bầu trời đầy sao với tất cả vẻ đẹp long lanh của nó. Một dự án tương tự đã được đưa ra vào năm 2009 tại Pháp để bảo tồn Đài thiên văn Pic du Midi ở Pyrenees. Khu bảo tồn này liên quan đến 40.000 điểm chiếu sáng

cần được xử lý để hiệu quả hơn và kinh tế hơn, 251 đô thị, bao gồm Lourdes, và 87.500 cư dân – chiếm 65% của vùng Thượng-Pyrenees.

Hầu hết chúng ta không sống gần các khu bảo tồn trời sao. Điều này không có nghĩa là chúng ta không thể cổ vũ các chính trị gia chống lại tai họa ô nhiễm ánh sáng, nhưng không vì thế mà loại bỏ những lợi ích không thể chối cãi của ánh sáng nhân tạo như an ninh được tăng cường và khả năng thực hiện các nhiệm vụ ban đêm khi cần thiết. Ở các khu vực đô thị, ô nhiễm ánh sáng chủ yếu là do ánh sáng hướng về phía bầu trời thay vì hướng về mặt đất, tạo ra một quang sáng phía trên các thành phố che lấp bầu trời. Với các chụp đèn và chiếu sáng có định hướng, các bóng đèn hơi natrium và bộ hẹn giờ chỉ sáng lên khi cần thiết, chúng ta có thể loại bỏ lượng năng lượng lãng phí này và giúp làm chậm sự nóng lên toàn cầu, do điện được sản xuất từ nhiên liệu hóa thạch. Loài người liệu có đủ khôn ngoan để kiểm chế ham muốn vô độ xây dựng và chiếu sáng của mình, để con cái chúng ta vẫn có thể chiêm ngưỡng bầu trời với tất cả sự lộng lẫy của nó?

Tôi đã lên kế hoạch, một năm nào đó, đi và chiêm ngưỡng [Mặt Trăng] trên thuyền, vào đêm thứ mười lăm, trên hồ của tu viện Suma; tôi mời một vài người bạn, và chúng tôi đến đó mang theo sẵn đồ ăn để khám phá ra rằng, tất cả xung quanh hồ, có treo những vòng hoa bóng đèn nhiều màu sắc; Mặt Trăng cũng đã ở điểm hẹn, nhưng có thể nói rằng nó không còn tồn tại nữa.

Tanizaki Junichirô,

Lời ngợi khen bóng tối

Động vật hoang dã và thực vật sống về đêm

Ánh sáng nhân tạo không chỉ gây hại cho các nhà thiên văn và những người yêu thích bầu trời sao, mà nó cũng làm mất ổn định hệ động vật và thực vật. Ít nhất 30% động vật có xương sống và hơn 60% động vật không xương sống là loài ăn đêm; hầu hết những động vật khác là loài hoạt động lúc hoàng hôn. Khi chúng ta ngủ, ấm áp và an toàn trên giường, thì bên ngoài tồn tại một thế giới lúc nhúc và mê mải tham gia những hoạt động đa dạng nhất: di trú, giao phối, ăn uống, thụ phấn, v.v... tóm lại là tất cả những thứ tạo nên sự đa dạng sinh học. Với tình trạng ô nhiễm ánh sáng, những loài này mất đi cảm giác về phương hướng, nhịp sinh học của chúng, được thiết lập chính xác theo 24 giờ ngày và đêm, và chu kỳ sinh

sản sẽ bị nhiễu động, khiến chúng dễ trở thành mồi cho các loài ăn thịt và làm mất cân bằng sinh thái. Chim di trú là những nạn nhân đầu tiên. Ánh sáng ban đêm khiến chúng mất đi các cột mốc trên bầu trời. Số lượng chim bị chết mỗi năm tại Hoa Kỳ trong tuyến di trú của chúng do đập vào cửa sổ các tòa nhà đạt tới con số trăm triệu. Ô nhiễm ánh sáng cũng có thể làm nhiễu sự di chuyển của một số loài giúp thụ phấn, như bướm đêm chẳng hạn. Điều này có những hậu quả trực tiếp đối với hệ thực vật cần thụ phấn để phát triển. Giun phát sáng cũng bị ảnh hưởng: ánh sáng nhân tạo hủy bỏ hiệu ứng huỳnh quang của con cái, do đó ngăn chặn sự phát hiện và thụ tinh của con đực. Như vậy, ánh sáng ban đêm làm gián đoạn toàn bộ hệ sinh thái. Trong các hồ ao, ánh sáng quá mức có thể khiến động vật phù du ngừng ăn tảo, làm chúng sinh sôi nảy nở; hoạt động của vi khuẩn ngày càng tăng, nước hồ cạn kiệt oxygen, nhiều loài động vật không xương sống và cá đang bị ngạt thở.

Yêu ban đêm, thuần hóa nó, sống trong nó, đó cũng là trân trọng các loài động và thực vật của hành tinh chúng ta. Là tỏ lòng biết ơn những nhịp điệu tuyệt vời của thiên nhiên. Là ngợi ca cuộc phiêu lưu phi thường của Sáng tạo. Là bảo vệ cảm xúc tâm linh và thơ mộng tuyệt vời gắn kết chúng ta với vũ trụ.

– Dơi

Động vật có vú biết bay, thường ăn côn trùng, định vị nhờ âm thanh và nghỉ ngơi hoặc ngủ đông ở nơi tối tăm, ẩm ướt.

– Cú

Loài chim ăn về đêm với đầu tròn, mặt phẳng, có nhiều loài ở Pháp.

Tiếng kêu: cú cú.

– Trùng dạ quang

(Từ tiếng Latin *noctilucus*, nghĩa phát sáng vào ban đêm). Loài động vật nguyên sinh phát quang, đôi khi số lượng lớn đến mức nó làm cho biển phát quang vào ban đêm.

– Bướm đêm

(Từ tiếng Latin *noctua*). Loài bướm đêm có sâu bướm thường có hại. Thuộc họ *Noctuidae*.

– Noctuidae

Họ bướm đêm với nhiều loài, mà sâu bướm thường gây thiệt hại đáng kể cho cây trồng.

– Dạ thị

Khả năng nhìn trong đêm được quan sát thấy ở một số động vật và ở một số cá nhân.

– Chim đêm

Chim săn mồi ẩn mình vào ban ngày và săn vào ban đêm. Nghĩa bóng: người hoạt động về đêm.

Sự tĩnh lặng của đêm

Ban đêm, không chỉ là các hình dạng trở nên mờ nhạt và các màu sắc bị tiêu hủy. Như để bù đắp cho thị lực yếu đi vì thiếu ánh sáng, các giác quan khác lại trở nên sống động hơn. Xúc giác nhạy bén hơn, ta dò dẫm đi trong bóng tối để tránh chướng ngại vật. Song chính thính giác được đánh thức nhiều nhất vào ban đêm. Nó khuếch đại âm thanh và cộng hưởng. Âm thanh tầm thường của cành cây gãy cũng thu hút sự chú ý, gây cho chúng ta nỗi sợ hãi, trong khi, vào ban ngày thì chẳng ai thêm chú ý tới. Một sự kiện đơn giản hằng ngày lại trở nên đầy kịch tính vào ban đêm. Sự tĩnh lặng ở đó sẽ được phóng đại. “Đó là những nơi có đặc ân, nơi mà tĩnh lặng áp đặt sự hiện diện tinh tế của nó ở khắp nơi, nơi mà ta có thể lắng nghe sự im lặng một cách đặc biệt, nơi mà thường xuyên, sự tĩnh lặng xuất hiện như một âm thanh nhẹ nhàng, liên tục và bí ẩn,” như Alain Corbin đã viết. Đó là âm thanh của sự im lặng: “Âm thanh gần giống như im lặng: đó là, trên bề mặt của sự im lặng, một bong bóng bị vỡ ngay lập tức,” Henry David Thoreau nói.

Khi màn đêm buông xuống, sự im lặng mê hồn xuất hiện. Khi tới các đài thiên văn trên núi cao hay ở những nơi hẻo lánh trong bao la của sa mạc, tôi luôn thực sự cảm thấy ấn tượng mạnh về một không

gian vô hạn. Từ độ cao của các đài thiên văn, cái nhìn dường như mất hút vào vô cực. Vào ban đêm, một cảm giác không thể diễn tả về sự vô cùng vô tận và cảm giác choáng váng về sự kết nối với vũ trụ được hòa trộn trong tôi. Lúc này, vòm trời đầy sao trở nên gần đến mức tôi có cảm giác mình đang trôi nổi trong không gian, như thể chỉ cần giơ tay ra là có thể hái được những ngôi sao trên trời. Sự vô tận của không gian ban đêm gắn liền với sự tĩnh lặng đầy quyến rũ trùm lên xung quanh.

Sự im lặng của một đêm có trăng chứa đựng sự đậm đặc đặc biệt. Proust đã nói về âm nhạc của ánh trăng: “Cuộc sống có thời điểm [...] khi mà đôi mắt chỉ chấp nhận một loại ánh sáng, ánh sáng của một đêm tuyệt đẹp [...] khi mà đôi tai chỉ nghe thấy nhạc điệu của ánh trăng qua tiếng sáo của im lặng.”

Đêm loại bỏ các hình hài, nó gieo vào những tiếng động nỗi sợ hãi; dù chỉ là tiếng xào xạc của một chiếc lá ở sâu trong rừng, cũng gây ra nhiều hoang tưởng; trí tưởng tượng dày vò ruột gan ta, mọi thứ đều bị phóng đại lên. Người thận trọng bước vào với sự ngờ vực, kẻ hèn nhát dừng lại, rùng mình, hoặc bỏ chạy; người dũng cảm đưa tay nắm lấy đống kiêu.

Denis Diderot,
Salon 1767

Các đài thiên văn chắc chắn là một phần của những nơi khác thường này, nơi mà sự im lặng có một chiều kích không gian đặc biệt. Sự im lặng này, tôi cảm nhận được mạnh mẽ hơn vào ban đêm, khi mà tất cả các đội kỹ thuật làm việc ban ngày để kiểm tra và đảm bảo sự hoạt động trơn tru của các kính thiên văn đã rời khỏi, chỉ còn lại các nhà thiên văn bận rộn thu nhận dòng ánh sáng trên trời và sự im lặng của thượng giới. Vào ban đêm, tôi đoán ra hình dạng của các mái vòm che chắn các kính thiên văn và khung cảnh như trên Mặt Trăng bao quanh tôi. Nơi tôi đang ở bây giờ là một môi trường khô cằn, không có cây cối hay thực vật gì, được bao bọc trong sự im lặng kỳ lạ. Ta không thể nghe thấy ở đây bất cứ thứ gì trong vô số những tiếng động nhỏ vốn sống động ở những vùng thôn dã vào ban đêm, như tiếng chim, tiếng ếch kêu hay tiếng xạc xào của lá cây. Trái lại, những miệng núi lửa ở đây chìm sâu trong im lặng. Âm thanh duy nhất khuấy động sự tĩnh lặng của đêm là tiếng động cơ điều khiển kính viễn vọng bám sát quỹ đạo của thiên thể đang được nghiên cứu. Tĩnh thoảng có thêm tiếng quay của mái vòm mà sự mở ra của nó cho phép ánh sáng của thiên thể đi tới kính viễn vọng, và cũng phải tuân theo chuyển động của thiên thể cần quan sát.

Nhờ những chuyến đi liên tục của tôi tới các đài thiên văn khác nhau trên thế giới, tôi đã nghe

được những cung bậc rất đa dạng của sự im lặng về đêm. Nặng nề nhất là sự im lặng của sa mạc. Tôi đã nếm trải điều đó tại đài thiên văn Kitt Peak, nằm trên một ngọn núi cao 2.000 m ở sa mạc Arizona, ngay giữa khu bảo tồn người da đỏ: sự bao la của sa mạc làm tăng cảm giác về không gian vô hạn. Emmanuel Kant đã từng nói: “Ngày thì đẹp, nhưng đêm mới thật tuyệt vời.” Nếu đêm là tuyệt vời, thì đó là do nó làm sắc bén thêm các giác quan để kết nối chúng ta với vũ trụ.

Tất cả đều là hậu duệ của các vì sao

Vật lý thiên văn hiện đại đã làm sáng tỏ mối quan hệ mật thiết giữa con người với vũ trụ: bản thân tôi được tạo thành từ các bụi sao, cũng như toàn bộ sự sống và vật chất xung quanh tôi. Tất cả chúng ta đều được cấu tạo từ các nguyên tử vốn được tạo ra từ thuở ban đầu của vũ trụ, khi xảy ra vụ nổ lớn, và sau đó là bởi các vì sao. Nguyên tử hydrogen và helium, hai nguyên tố đơn giản nhất và nhẹ nhất trong tự nhiên, chiếm 98% tổng khối lượng của vật chất thông thường trong vũ trụ, và được tạo ra trong ba phút đầu tiên tiếp sau vụ nổ nguyên thủy. Nhưng vũ trụ ban đầu không thể tạo ra các nguyên tố nặng và phức tạp hơn do sự giãn nở của nó đã đẩy các thành phần tạo nên vật chất (tức proton và neutron) ra xa nhau và ngăn cản chúng gặp gỡ và hợp lại. Nếu vũ trụ dừng

lại ở đó, chúng ta sẽ không có mặt ở đây để thảo luận về nó. Để tạo nên các chuỗi xoắn kép của DNA mang mã di truyền, và hàng trăm tỷ tế bào thần kinh trong não chúng ta, phải cần tới các nguyên tố phức tạp hơn nhiều so với hydrogen và helium.

Vũ trụ sau đó đã sáng chế ra các ngôi sao: những quả bóng khí khổng lồ ra đời khoảng vài trăm triệu năm sau Big Bang, và trong cái lõi mật độ cao và nóng bỏng của chúng, proton và neutron được tổng hợp để mang đến cho thế giới các nguyên tố hóa học phức tạp hơn, như carbon, oxygen, nitrogen, cùng với hydrogen, sẽ tạo nên hơn 90% các nguyên tử trong cơ thể chúng ta. Ngoài ra còn có các nguyên tố có tầm quan trọng sống còn đối với sức khỏe của chúng ta như: natrium, magnesium hay calcium. Nhưng các ngôi sao không thể tạo ra tất cả các nguyên tố, cụ thể là không thể tạo ra các nguyên tố hóa học nặng hơn sắt. Nhiệm vụ này thuộc về các siêu tân tinh, tức vụ nổ khổng lồ phát sinh từ cái chết của các ngôi sao nặng hơn Mặt Trời ít nhất mười lần, và giải phóng trong vài ba ngày một năng lượng tương đương toàn bộ một thiên hà chứa một trăm tỷ ngôi sao. Trong cơn hấp hối bùng nổ ấy, khoảng hơn sáu mươi nguyên tố được ra đời. Từ vàng và bạc, bạn đồng hành của sự xa hoa và giàu có, rồi thủy ngân trong các nhiệt kế, tới uranium – thành phần cơ bản của bom nguyên tử. Như vậy, chúng ta đều

là hậu duệ của các vì sao. Hóa ra tất cả chúng ta đều có cùng một phả hệ vũ trụ có niên đại 13,8 tỷ năm. Là anh em với sư tử trên thảo nguyên và họ hàng với những bông hoa oải hương, tất cả chúng ta đều mang trong mình lịch sử của vũ trụ.

Con lắc Foucault

Vật lý thiên văn dạy chúng ta rằng tất cả chúng ta đều có sự tương liên lẫn nhau. Mọi thứ trong vũ trụ đều có liên hệ với nhau, buộc chúng ta phải vượt qua những quan niệm thông thường về không gian. Vũ trụ có một trật tự toàn cục và không thể phân chia, cả ở thang vô cùng lớn lẫn vô cùng bé. Một thí nghiệm vật lý nổi tiếng, gọi là con lắc Foucault, cũng cho chúng ta biết điều này. Nhà vật lý Léon Foucault (1819-1868) không phải muốn chứng minh rằng vũ trụ không thể phân chia, mà là Trái Đất tự quay quanh trục của nó. Vào năm 1851, trong một thí nghiệm mà ngày nay được tái hiện trong nhiều bảo tàng lịch sử tự nhiên trên khắp thế giới, ông treo một con lắc dưới mái vòm của điện Panthéon (bản gốc của con lắc được trưng bày tại Bảo tàng Nghệ thuật và Thủ công ở Paris). Hành trạng của con lắc rất kỳ lạ: một khi con lắc đứng đưa, mặt phẳng dao động của nó quay theo thời gian. Nếu ta thả nó theo hướng bắc-nam, thì sau vài giờ nó sẽ dao động theo hướng đông-tây. Nếu chúng ta ở một trong hai cực, thì mặt phẳng dao

động của con lắc sẽ quay tròn một vòng chính xác trong hai mươi bốn giờ. Ở Paris, do ảnh hưởng của vĩ độ, nó chỉ hoàn thành một phần của vòng trong một ngày. Vậy tại sao hướng dao động của con lắc lại thay đổi? Foucault đã đưa ra được câu trả lời đúng: chuyển động này chỉ là biểu kiến. Thực ra, mặt phẳng dao động của con lắc vẫn cố định, chỉ có Trái Đất đang quay mà thôi. Và ông dừng lại ở đó. Nhưng câu trả lời của ông chưa đầy đủ, bởi vì một chuyển động chỉ có thể được mô tả so với cái gì đó không di chuyển. Chuyển động không tồn tại tự nó, mà phải là đối với một cái mốc cố định. Đây là cái được gọi là “nguyên lý tương đối” được Galileo phát hiện và được Einstein nâng lên đỉnh cao ba thế kỷ sau đó.

Mỗi bộ phận mang trong mình cái toàn thể

Mặt phẳng dao động của con lắc là cố định, nhưng cố định đối với vật mốc nào? Đối tượng nào quyết định hành trạng của nó? Để có được câu trả lời, chúng ta hãy hướng mặt phẳng của con lắc về phía các thiên thể đã biết. Nếu một thiên thể có vai trò định hướng cho mặt phẳng dao động của con lắc, nó sẽ phải nằm trong mặt phẳng này, nghĩa là nó cũng cố định. Trái lại, nếu chuyển động của con lắc không được quyết định bởi thiên thể này, thì rồi cuối cùng nó sẽ đi ra khỏi mặt phẳng đó. Hãy hướng mặt phẳng của con lắc về phía Mặt Trời. Trong hành trình hàng

ngày của Mặt Trời ngang qua bầu trời – thực ra đây là chuyển động biểu kiến do sự quay của Trái Đất – mặt phẳng dao động của con lắc dường như cũng quay để bám theo chuyển động của nó. Vậy phải chăng Mặt Trời có vai trò quyết định mặt phẳng dao động của con lắc của chúng ta? Câu trả lời là không, bởi vì ngôi sao của chúng ta sẽ ra khỏi mặt phẳng dao động này sau một vài tuần. Những ngôi sao gần nhất, nằm cách vài năm ánh sáng, cũng sẽ như thế sau vài năm. Thiên hà Andromeda, nằm cách chúng ta 2,3 triệu năm ánh sáng, trôi dạt chậm hơn nhưng cuối cùng cũng đi ra khỏi mặt phẳng đó. Thời gian nằm trong mặt phẳng này sẽ lâu hơn và trôi dạt có xu hướng tiến tới 0, theo mức độ các đối tượng được thử nghiệm ở xa hơn. Chỉ khi con lắc hướng về phía các đám thiên hà xa nhất, nằm cách hàng tỷ năm ánh sáng, ở rìa của vũ trụ đã biết, chúng mới không còn rời khỏi mặt phẳng dao động của con lắc nữa.

Kết luận rút ra từ các thí nghiệm này thật lạ lùng: con lắc Foucault điều chỉnh hành trạng không theo môi trường cục bộ của nó, mà theo các thiên hà xa nhất, hay chính xác hơn là theo toàn bộ vũ trụ, vì hầu như toàn bộ khối lượng nhìn thấy được của vũ trụ không nằm ở các ngôi sao gần mà ở trong các thiên hà xa xôi này. Nói cách khác, những gì đang xảy ra ở nhà chúng ta đã được quyết định trong vũ trụ rộng lớn. Những gì xảy ra trên hành tinh nhỏ bé

của chúng ta phụ thuộc vào toàn bộ các cấu trúc của vũ trụ! Con lắc Foucault buộc chúng ta phải nhận thấy rằng trong vũ trụ tồn tại một tương tác có bản chất hoàn toàn khác với những tương tác đã được mô tả bởi vật lý đã biết, một tương tác không liên quan đến bất kỳ lực hoặc trao đổi năng lượng nào, nhưng lại kết nối vũ trụ thành một tổng thể. Mỗi bộ phận mang trong nó cả cái toàn thể, và mỗi bộ phận phụ thuộc vào tất cả các bộ phận còn lại. Nói cách khác, mọi thứ đều được kết nối với nhau.

Hạnh phúc của chúng ta phụ thuộc vào hạnh phúc của người khác

Sự phụ thuộc lẫn nhau không chỉ thể hiện ở thang vô cùng lớn, nó cũng chi phối cả ở thế giới vô cùng nhỏ. Một thí nghiệm nổi tiếng được Einstein và hai đồng nghiệp của ông là Boris Podolsky và Nathan Rosen đề xuất vào năm 1935, cũng buộc chúng ta phải vượt ra ngoài các quan niệm thông thường về không gian ở thang hạ nguyên tử. Thí nghiệm EPR (theo tên viết tắt của ba nhà vật lý trên), được thực hiện gần 50 năm sau đó, cho thấy nếu hai hạt ánh sáng (hay photon) A và B tương tác với nhau trong quá khứ (mà ta gọi là chúng có vướng víu với nhau), thì chúng vẫn luôn là một phần của cùng một thực tại tổng thể, thậm chí ngay cả khi chúng được tách ra xa

nhau, ở mãi tận hai đầu cách xa của vũ trụ – thì hành trạng của chúng vẫn còn tương quan với nhau. Nói cách khác, một photon trong cặp “vướng víu” luôn “biết” ngay tức thì những gì photon kia làm, mặc dù giữa chúng không có bất kỳ thông tin liên lạc nào. Thế nhưng vật lý cổ điển cho chúng ta biết rằng các hành trạng của A và B hoàn toàn độc lập bởi vì chúng ở quá xa nhau nên không thể giao tiếp bằng các tín hiệu ánh sáng được. Vậy làm thế nào giải thích được thực tế rằng B “luôn luôn” biết ngay tức thì những gì A làm? Điều này là không thể hiểu được nếu chúng ta giả định rằng thực tại bị phân mảnh và định xứ ở mỗi photon. Nghịch lý trên sẽ không còn nữa nếu chúng ta thừa nhận rằng A và B, vốn đã từng tương tác trong quá khứ, là một phần của thực tại tổng thể, bất kể khoảng cách phân cách chúng là như thế nào, thậm chí ngay cả khi chúng ở hai đầu cách xa của vũ trụ. A không cần gửi tín hiệu đến B vì cả hai là một phần của cùng một thực tại. Hai photon vẫn luôn có mối liên hệ thông qua một tương tác bí ẩn. Do vậy, thí nghiệm EPR đã gán cho không gian một đặc tính tổng thể. Nó loại bỏ toàn bộ ý tưởng về tính định xứ: các khái niệm “ở đây” và “ở kia” không còn ý nghĩa nữa, bởi vì “ở đây” giống hệt với “ở kia”. Các nhà vật lý gọi đó là tính “không tách được” của không gian.

Việc biết rằng con người phụ thuộc lẫn nhau, tất cả đều được kết nối qua không gian và thời gian,

có một hệ quả đạo đức sâu sắc chạm đến lòng trắc ẩn và sự đồng cảm của chúng ta. Bức tường mà tâm trí chúng ta dựng lên giữa “tôi” và “những người khác” chỉ là một ảo ảnh; hạnh phúc của chúng ta phụ thuộc vào hạnh phúc của người khác. Bức tranh lịch sử chung hoành tráng về nguồn gốc loài người, trải dài trong khoảng thời gian 14 tỷ năm, sẽ làm tăng ý thức trách nhiệm chung của chúng ta, khuyến khích chúng ta nỗ lực hết mình để tham gia giải quyết các vấn đề nghèo khổ, nạn đói và bệnh tật hay bất cứ thiên tai nào khác đe dọa nhân loại và hành tinh chúng ta. Nó sẽ tạo thành một gạch nối giữa tất cả những con người có thiện ý.

Toàn bộ vũ trụ chứa trong một hạt cát, bởi việc giải thích các hiện tượng đơn giản nhất cũng cần tới sự can thiệp của toàn bộ lịch sử của vũ trụ.

**Thấy vũ trụ trong một hạt cát
Trong bông hoa dại thấy cả thiên đường
Nắm cái vô hạn trong lòng bàn tay
Và thiên thu trong một phút giây.**

William Blake

Những điểm vô tội

Sự vô thường của thế giới

Được bao bọc trong sự tĩnh lặng của đêm, dưới vòm trời rực rỡ các ngôi sao, tôi cảm thấy một cảm giác bao la về sự bình yên và dịu dàng xâm chiếm tôi. Được ở cách xa sự ồn ào và náo nhiệt của thế giới, sự náo động không ngừng vốn là đặc trưng cho cuộc sống đương đại của chúng ta. Các vì sao xuất hiện như là biểu tượng của sự thường hằng và vĩnh cửu. Chúng kết nối chúng ta với một dạng thức vĩnh hằng. Tuy nhiên, cảm giác vĩnh cửu này chỉ là lừa dối. Trái lại, vũ trụ học hiện đại dạy chúng ta rằng vũ trụ không phải là bất biến, mà không ngừng biến đổi. Sinh ra trong một vụ nổ lớn 13,8 tỷ năm trước, từ một trạng thái cực kỳ nhỏ, nóng và đặc, vũ trụ đã không ngừng giãn nở và nguội đi. Không gian mới liên tục được tạo ra giữa các đám thiên hà, làm chúng luôn chạy ra xa nhau, giống như các quả nho khô trên chiếc bánh giãn nở trong lò nướng. Từ khi có thuyết Big Bang, chúng ta biết rằng vũ trụ có quá khứ, hiện tại và tương lai. Một ngày nào đó, nó sẽ chết trong cái lạnh băng giá. Mà không chỉ có vũ trụ liên tục tiến hóa, tất cả mọi thứ trong đó cũng đều như vậy. Từ hành tinh tới các vì sao, các thiên hà tới đám thiên hà, tất cả đều thay đổi. Các ngôi sao được sinh ra, sống và chết đi; chỉ có điều là vòng đời của chúng không được đo bằng một trăm năm ngắn ngủi như cuộc đời con người, mà là hàng triệu, thậm chí hàng tỷ năm.

Chẳng hạn, Mặt Trời đang ở tuổi trung niên: nó được sinh ra cách đây 4,5 tỷ năm và sẽ chết đi trong khoảng 4,5 tỷ năm nữa. Do các khoảng thời gian này quá dài không thể tưởng tượng nổi, nên chúng ta có ấn tượng rằng chẳng có gì thay đổi, vì vậy mà có cảm giác về sự vĩnh cửu. Ngay cả những trí tuệ vĩ đại như Aristotle cũng bị đánh lừa. Triết gia người Hy Lạp này nghĩ rằng bầu trời là lãnh địa của Thượng Đế và vì thế chỉ có thể là hoàn hảo. Khi đó, không gì có thể thay đổi bởi vì đã là hoàn hảo thì sẽ không thể cải thiện thêm được nữa. Uy tín của vị triết gia Hy Lạp này lớn tới mức ý tưởng về sự bất biến của bầu trời kéo dài tới hai mươi thế kỷ.

Không chỉ mọi thứ đều thay đổi, mà chúng còn vận động nữa. Tất cả các cấu trúc của vũ trụ – như hành tinh, ngôi sao, thiên hà hoặc đám thiên hà – đều chuyển động miên viễn và tham gia vào một vũ điệu vũ trụ khổng lồ. Tuy nhiên, không có gì là có vẻ chuyển động trong cảnh đêm xung quanh tôi. Chỉ có sự bình yên và tĩnh lặng ngự trị. Đồng thời với cảm giác bình an bao la này, tôi biết rằng Trái Đất cũng mời tôi khiêu vũ. Đầu tiên nó kéo theo tôi di chuyển trong chuyển động quay quanh trục của nó với tốc độ 0,436 kilomet mỗi giây. Tiếp theo nó đưa tôi chuyển động qua không gian với tốc độ 30 km/s, trong hành trình hàng năm của nó quay xung quanh Mặt Trời. Đến lượt mình, Mặt Trời lại đem theo Trái Đất trong

hành trình của nó xung quanh tâm Ngân Hà với tốc độ 220 km/s. Rồi Ngân Hà lao về phía người bạn đồng hành Andromeda của mình với vận tốc 90 km/s, do bị hút bởi lực hấp dẫn của thiên hà này. Và không dừng lại ở đó. Nhóm chứa thiên hà Andromeda và thiên hà của chúng ta, được gọi là Cụm địa phương, lao trong không gian với vận tốc 600 km/s, dưới tác dụng của lực hấp dẫn của đám thiên hà Virgin và Siêu đám thiên hà gần Đám thiên hà địa phương nhất, tức là siêu đám thiên hà Hydra và Centaurus. Siêu đám này cũng di chuyển về phía một sự kết tập lớn gồm hàng chục ngàn thiên hà được gọi là Tâm hút lớn. Không có gì là bất động trong không gian cả. Lực hấp dẫn ngụ ý rằng tất cả các cấu trúc của vũ trụ, sao và thiên hà, đều bị hút và “rơi” vào nhau. Những chuyển động rơi này cộng thêm với chuyển động giãn nở chung của vũ trụ tạo bởi vụ nổ lớn. Vậy là bầu trời tĩnh lặng và bất biến của Aristotle đã chết. Tất cả chỉ là vô thường, thay đổi và biến động trong thế giới của các vô cùng lớn.

Các hạt và neutrino

Thế giới của các vô cùng nhỏ không hề thua kém. Ở đó, mọi thứ cũng đều là vô thường. Các hạt có thể thay đổi bản chất. Ví dụ, một neutron tự do, không nằm trong hạt nhân nguyên tử, sẽ phân rã sau khoảng mười lăm phút thành một proton và phát

ra một electron và một antineutrino (phản hạt của neutrino). Ngoài ra, vật chất có thể tự hủy cùng với phản vật chất để trở thành năng lượng thuần túy. Ngược lại, năng lượng cũng có thể biến thành vật chất. Không gian xung quanh chúng ta không phải trống rỗng, mà là nơi nhúng nhúc vô số các hạt và phản hạt gọi là ảo, tồn tại một cách ma quái và phù du. Xuất hiện và biến mất trong vòng sinh tử vô cùng ngắn ngủi, chỉ khoảng 10^{-43} giây, chúng chính là biểu hiện của vô thường ở mức độ cao nhất. Nhưng không chỉ các hạt ảo cư trú trong không gian xung quanh tôi, có cả các hạt thực đi xuyên qua cơ thể mà tôi thậm chí không thể cảm nhận được. Trong khi tôi chiêm ngưỡng bầu trời, hàng trăm tỷ hạt gọi là neutrino nguyên thủy, được sinh ra từ những khoảnh khắc đầu tiên của vũ trụ, đi xuyên qua người tôi mỗi giây. Neutrino là hạt không có điện tích và có khối lượng, nhưng cực nhỏ (nhỏ hơn một phần triệu khối lượng của electron) và hầu như không tương tác với vật chất thông thường tạo nên cơ thể và các vật xung quanh chúng ta, tức vật chất tạo bởi proton, neutron và electron, khiến cho các neutrino này có thể vượt qua những vật cản dày và lớn nhất như đi vào chỗ hư không vậy. Một số đến từ không gian phía trên tôi, nhưng một số khác đến từ phía bên kia của Trái Đất, xuyên qua lòng đất trước khi xuất hiện dưới chân tôi trên đỉnh Mauna Kea.

Bị chinh phục bởi những đặc tính kỳ lạ của neutrino, nhà tiểu thuyết người Mỹ John Updike (1932-2009) đã sáng tác một bài thơ, *Cosmic Gall (Nổi đắng cay vũ trụ)*, để vinh danh chúng.

Minh triết Phật giáo

Suy ngẫm về sự tương thuộc lẫn nhau và sự vô thường của thế giới mang tôi trở lại với truyền thống tâm linh đã nuôi dưỡng và vẫn tiếp tục dẫn dắt tôi: Đạo giáo và Phật giáo. Ý tưởng về sự vô thường vĩnh hằng, một sự biến đổi không ngừng của các hiện tượng tự nhiên đã xuất hiện rất sớm ở Trung Quốc, vào thiên niên kỷ thứ nhất TCN, trong *Dịch Kinh*, cuốn sách tập trung hàng ngàn năm minh triết Trung Hoa. Trong tư tưởng Đạo giáo như được trình bày trong cuốn Đạo Đức Kinh của Lão Tử, vũ trụ tiến hóa nhờ vào Hơi thở nguyên thủy, gọi là *khí*, lấp đầy khoảng trống vũ trụ. Khái niệm vô thường cũng là nền tảng của tư tưởng Phật giáo: ở mỗi khoảnh khắc vô cùng bé, vạn vật và chúng sinh xung quanh chúng ta đều được chuyển biến và thay đổi. Thay đổi là không thể tránh khỏi vì vũ trụ không tạo bởi các thực thể rắn và riêng biệt, mà bởi các luồng động lực trong sự biến đổi và tương tác liên tục.


Đối với Đức Phật, thế giới là vô thường vì bản chất trống rỗng của sự vật. “Bản chất trống rỗng”

không có nghĩa là “hư vô” mà là “không có sự tồn tại riêng”. Khái niệm trống rỗng xuất phát trực tiếp từ một ý tưởng quan trọng khác của Phật giáo, đó là sự tương thuộc lẫn nhau của các hiện tượng, theo đó không thứ gì có thể tồn tại tự thân hay là nguyên nhân của chính mình. Các hiện tượng tự chúng không là gì cả. Chúng là sản phẩm của sự phụ thuộc lẫn nhau.

**Chúng bắt chập những bức tường dày nhất,
Không quan tâm tới thép cứng hay đồng chất chúa,
Chúng gây sự với đàn ngựa đực trong chuồng,
Và không hề phân biệt các giai tầng,
Chúng thâm nhập chúng ta, cả anh và tôi.
Chúng là những máy chém không đau,
Rơi từ đầu ta xuống đến những ngọn cỏ dưới chân.
Ban đêm, chúng đến xứ Nepal
Đâm sâu qua thân thể những đôi tình nhân
đang ôm xiết nhau.**

John Updike,
Nỗi đắng cay vũ trụ





Tự thoại

Đêm cũng là thời gian của sợ hãi

Trong một thời gian rất dài, đêm được xem như một dấu ngoặc đơn, một khoảng khắc trống rỗng, ở đó đại đa số người phương Tây, coi như không có gì xảy ra, không gì nên xảy ra, ngoại trừ việc nghỉ ngơi. Sự bỏ rơi này tạo điều kiện cho những tên côn đồ và những nhân vật đáng ngờ khác, những kẻ đã chiếm đoạt đêm trở thành miền đất đặc quyền và bất hợp pháp của một số người.

Alain Cabantous,
Lịch sử bóng đêm



Goya, Saturne ăn thịt con trai mình

**Hãy tới đây, bóng đêm
dày đặc**

**Hãy bọc em bằng mây mù
đen đặc nhất của Địa ngục,**

**Để mũi dao của ta không
thấy được vết thương mà
nó gây ra,**

**Để Bầu trời không dò xét được
qua bóng tối,**

**Để ngăn cản ta: “Hãy dừng tay,
dừng tay!”**

**William Shakespeare,
*Macbeth***

Ma cà rồng thực chất là những sinh linh sống về đêm. Theo những truyền thuyết của Trung và Đông Âu, chúng chỉ có thể rời khỏi quan tài sau khi Mặt Trời lặn và bắt buộc phải quay trở lại trước khi gà gáy sáng. Ánh sáng ban ngày là chết người với chúng.

Jean Marigny,
Từ điển văn học về đêm





Edvard Munch, *Vũ điệu cuộc sống*

**Hỗn độn sinh ra Đêm và
Đêm sinh ra tất cả những
lực lượng của cái ác. Những
thể lực tà ác này, trước hết
là cái chết, là thần mệnh,
là những bóng ma, sát nhân,
giết mổ, tàn sát. [...]
Tất cả những thứ đen tối này
đổ xô vào vũ trụ thay vì một
không gian hài hòa, chúng
làm cho thế giới trở thành
một nơi khủng bố, tội phạm,
trả thù và giả mạo.**

Jean-Pierre Vernant,
Vũ trụ, thánh thần, con người.
Truyện kể Hy Lạp về nguồn gốc.



Jérôme Bosch, *Djag nyec*

3—

Tàn đêm

**Đêm tôi nói dối
Tôi đi xe lửa ngang qua đồng bằng
Đêm tôi nói dối
Tôi rửa tay
Tôi có một đồng câu hỏi trong giày
Nơi vẫn vang vọng tiếng em.**

Alain Bashung,
Đêm tôi nói dối

b

ây giờ là hai giờ sáng. Tôi chỉ còn lại ba tiếng rưỡi trong bóng tối để quan sát. Tôi vào căn bếp nhỏ bên cạnh phòng quan sát để chuẩn bị hai quả trứng luộc, một tách trà, một ít trái cây. Rồi bổ thêm chút ít năng lượng để chống lại mệt mỏi và cơn buồn ngủ. Tất cả các đài thiên văn đều được trang bị tủ lạnh và bếp nhỏ để các nhà thiên văn học có thể chuẩn bị đồ ăn nhẹ vào ban đêm. Đêm quan sát đầu tiên đặc biệt mệt mỏi đối với cơ thể. Mệt mỏi càng trở nên trầm trọng hơn bởi độ cao và thiếu oxygen. Và các chu kỳ thức và ngủ hoàn toàn bị đảo ngược: tôi làm việc suốt đêm và đi ngủ khi Mặt Trời mọc.

Tại sao đêm lại đen?

Thật may mắn khi chúng ta có đêm tối đầy sao và thiên hà mà nếu không có màu đen này, chúng sẽ mãi mãi vô hình. Chúng ta thấy sự luân phiên của

ngày và đêm, thấy bóng đêm buông xuống ngay khi Mặt Trời lặn xuống dưới đường chân trời là chuyện hoàn toàn tự nhiên. Tuy nhiên, thực tế đêm có màu đen không phải là điều quá hiển nhiên. Câu hỏi có vẻ như ngây thơ mà trẻ em thường đặt ra cho cha mẹ chúng – và thường làm họ phiền muộn bởi không biết câu trả lời – đã từng là một thách thức với các trí tuệ vĩ đại nhất. Câu trả lời một phần liên quan tới nguồn gốc của vũ trụ.

Kepler

Năm 1610, nhà thiên văn học người Đức Johannes Kepler (1571-1630), người phát hiện ra bí mật của chuyển động các hành tinh, là người đầu tiên đã đưa ra một phần của câu trả lời. Cứ giả sử, ông lý luận, rằng vũ trụ là vô hạn. Một vũ trụ như vậy sẽ có một thể tích vô hạn chứa số vô hạn các ngôi sao sáng cỡ Mặt Trời. Do có vô số các ngôi sao, nên mắt nhìn theo bất cứ hướng nào trên bầu trời cũng sẽ luôn gặp bề mặt của một ngôi sao, tựa như ở giữa một khu rừng rậm rạp, hướng nhìn nào thì chắc chắn cũng bị chặn lại bởi một thân cây. Điều đó có nghĩa là đêm được chiếu sáng bởi các vì sao cũng sẽ sáng như ban ngày, và bầu trời đêm, khi Mặt Trời chiếu sáng phía bên kia Trái Đất, sẽ phải sáng như ban ngày. Nói cách khác, sẽ không có sự luân phiên của ngày và đêm – ban ngày sẽ luôn ngự trị. Nhưng thực tế lại không

phải như vậy. Kepler suy ra rằng vũ trụ không phải là vô hạn về kích thước và nó không chứa vô hạn các ngôi sao.

Nhưng mọi thứ không dừng lại ở đó. Ý tưởng về một vũ trụ vô hạn tái xuất hiện vào năm 1687 với sự ra đời của lý thuyết hấp dẫn vũ trụ của nhà vật lý người Anh Isaac Newton (1642-1727). Theo Newton, do lực hấp dẫn có phạm vi tác dụng là vô hạn, nên vũ trụ phải có kích thước vô hạn. Nếu vũ trụ có giới hạn, nhà vật lý suy luận, thì sẽ tồn tại bên trong nó một vị trí trung tâm đặc quyền. Tất cả các phần của vũ trụ, dưới tác dụng của lực hấp dẫn, sẽ co sụp về trung tâm này, tạo ra một khối lượng trung tâm cực lớn – nhưng điều này trái với những gì chúng ta quan sát được. Newton kết luận rằng vũ trụ phải là vô hạn, khiến cho nghịch lý đêm tối có dịp quay trở lại. Nhiều cách giải thích khác cũng đã được đưa ra. Đáng chú ý nhất là giải thích của bác sĩ người Đức kiêm nhà thiên văn nghiệp dư Heinrich Olbers (1758-1840); ông đề xuất vào năm 1823 rằng ánh sáng của các ngôi sao sẽ bị hấp thụ trong hành trình của mình trong không gian, làm suy yếu cường độ của nó và dẫn đến đêm tối. Nhưng lời giải thích này cũng không ổn vì ánh sáng không hề bị mất đi: bất kỳ ánh sáng nào bị hấp thụ đều được phát xạ trở lại. Câu đố về đêm đen, ngày nay được biết đến dưới cái tên “nghịch lý Olbers”, vẫn còn nguyên vẹn.

Số phận của vũ trụ

Câu trả lời đúng đắn xuất hiện vào năm 1848 một cách thật bất ngờ thông qua văn học mà hiện thân là nhà thơ người Mỹ Edgar Allan Poe (1809-1849). Là người sáng tạo thiên tài của lĩnh vực tiểu thuyết trinh thám, nhưng nhà văn cũng bị vũ trụ học mê hoặc. Trong bài thơ *Eureka* (1848), ông bộc lộ trực giác đáng kinh ngạc trong việc đề xuất một cách giải đáp hoàn toàn mới cho nghịch lý đêm tối: “Nếu sự tiếp nối của các ngôi sao là không giới hạn, nền của bầu trời sẽ có độ sáng đồng đều, giống như một thiên hà, *bởi vì trên toàn bộ cái nền này sẽ không tồn tại một ngôi sao ở bất cứ điểm nào*. Vì vậy, trong những điều kiện như thế, cách duy nhất để giải thích những khoảng trống mà kính thiên văn của chúng ta nhìn thấy theo vô số hướng là giả định rằng cái nền vô hình đó phải được đặt ở khoảng cách cực xa, đến nỗi không có tia sáng nào có thể đến được chúng ta.”

Ở đây, Poe lập luận rằng đêm tối đen không phải vì vũ trụ bị giới hạn về không gian, như Kepler nghĩ, mà bởi vì nó bị giới hạn về thời gian. Nói cách khác, nó không phải là vĩnh cửu, mà đã có một khởi đầu trong quá khứ. Cha đẻ của tiểu thuyết trinh thám đã nhận ra rằng ánh sáng, mặc dù di chuyển ở tốc độ cao nhất có thể trong vũ trụ – 300.000 km/s – vẫn cần phải có thời gian mới tới được kính thiên văn của chúng ta. Do đó, chúng ta luôn khám phá các thiên

thể với sự chậm trễ nhất định, sự chậm trễ này càng lâu với các thiên thể càng ở xa. Qua một khoảng cách nhất định nào đó, thời gian để ánh sáng đến được với chúng ta vượt quá tuổi của vũ trụ và do đó chúng ta không thấy gì nữa và bầu trời là tối đen. Bởi vì vũ trụ bị hạn chế về thời gian, ánh sáng của các thiên thể xa nhất không có đủ thời gian để tiếp cận chúng ta. Poe đã phát hiện ra chìa khóa của sự bí ẩn của đêm tối.

Nhưng các nhà khoa học không có thói quen lấy cảm hứng từ các nhà thơ để phát triển lý thuyết của họ, và lời giải thích của Poe vẫn là một lá thư chết trong hơn một thế kỷ. Phải đợi đến khi thuyết Big Bang ra đời vào năm 1965, nó mới cung cấp một cơ sở khoa học cho trực giác trước thời đại của nhà thơ. Big Bang đánh dấu sự khởi đầu của vũ trụ, ra đời 13,8 tỷ năm trước trong vụ nổ nguyên thủy chói lòa, từ một trạng thái cực kỳ nhỏ, nóng và đặc. Do vũ trụ đã có một khởi đầu trong thời gian và do sự lan truyền của ánh sáng không phải là tức thời, nên chúng ta không thể quan sát được toàn bộ vũ trụ. Giống như thủy thủ trên con thuyền của mình không thể nhìn thấy bên ngoài đường chân trời, nhà thiên văn học cũng không thể thấy gì ngoài một khoảng cách nhất định. Ngay cả khi vũ trụ là không giới hạn về không gian, thì cũng chỉ có ánh sáng của các ngôi sao và các thiên hà nằm trong vòng bán kính 47 tỷ năm ánh sáng, được gọi là “vũ trụ quan sát được”, mới có đủ

thời gian để tiếp cận chúng ta. Do đó, bóng đêm có chứa rất nhiều thông tin. Bất cứ khi nào nếm vị ngọt ngào của đêm, tôi cũng luôn nghĩ rằng nó mang theo sự khởi đầu của vũ trụ.

Bức tranh vũ trụ rộng lớn

Đối mặt với vô số điểm sáng cháy hết mình lấp lánh trên bầu trời, những suy nghĩ của tôi chuyển sang kiến trúc tuyệt vời của vũ trụ được phát lộ bởi quá

— Vũ trụ quan sát được

Tuổi của vũ trụ là 13,8 tỷ năm, nên người ta dễ nghĩ rằng bán kính của vũ trụ quan sát được cũng là 13,8 tỷ năm ánh sáng. Nhưng khoảng cách của thiên thể (được tính bằng năm ánh sáng) chỉ bằng trị số thời gian mà ánh sáng cần phải mất để đi tới chúng ta, nếu như vũ trụ là tĩnh. Thực tế, do vũ trụ liên tục giãn nở, nên thời gian sẽ không phải là như thế nữa. Trong một vũ trụ giãn nở, một thiên hà đã từng ở cách Trái Đất 13,8 tỷ năm ánh sáng thì hiện thời sẽ ở cách chúng ta 47 tỷ năm ánh sáng. Như vậy, bán kính của vũ trụ quan sát được phải là 47 tỷ năm ánh sáng.

trình khảo sát bầu trời dài lâu và kiên nhẫn của các nhà thiên văn học trong những thập kỷ gần đây. Bằng mắt thường, ngoài sơ đồ đường nét của các chòm sao ra, trong đêm, ta còn có thể nhìn thấy hàng ngàn ngôi sao dường như được phân bố một cách ngẫu nhiên trên bầu trời. Ấn tượng này dễ gây hiểu lầm. Nó là kết quả từ thực tế là vũ trụ hiện lên trước chúng ta như được chiếu trên một mặt hai chiều là vòm trời, tựa như bức tranh của một họa sĩ đã quên mất tất cả các quy tắc về phối cảnh. Để có thể chiêm ngưỡng kiến trúc hùng vĩ của vũ trụ, phải cần tới nhà thiên văn học đo đạc độ sâu của vũ trụ và phục hồi lại chiều thứ ba bằng cách đo khoảng cách tới từng thiên thể một, mà đặc biệt là những thiên thể tạo nên cấu trúc của vũ trụ, tức là các thiên hà. Chính nhờ Edwin Hubble (1889-1953) mà các nhà thiên văn học có thể đo được khoảng cách tới các thiên hà. Ông đã phát hiện ra rằng vũ trụ đang giãn nở. Do hiệu ứng giãn nở này, các thiên hà ở xa luôn chạy ra xa Ngân Hà của chúng ta và ánh sáng của chúng gửi tới luôn dịch chuyển về phía đỏ. Thiên hà càng ở xa, sự dịch chuyển này càng đáng kể. Như vậy, nhà thiên văn chỉ cần phân tích ánh sáng của một thiên hà qua kính quang phổ, và đo độ dịch chuyển của nó về phía đỏ là sẽ tính được khoảng cách tới thiên hà đó. Sau một cuộc khảo sát kéo dài về vũ trụ, bắt đầu vào giữa những năm 1970, các nhà thiên văn học đã đo được khoảng cách của

hơn một triệu thiên hà, và họ đã phát hiện ra một cảnh quan vũ trụ vô cùng đáng kinh ngạc.

Bánh crêpe và các sợi

Các thiên hà, tập hợp hàng trăm tỷ ngôi sao liên kết bởi lực hấp dẫn, không phân bố ngẫu nhiên trong không gian, mà thực ra chúng thích tụ tập với nhau. Bản năng bầy đàn này là do lực hấp dẫn hút các thiên hà lại với nhau. Người ta đã phát lộ một hệ thống phân cấp tuyệt vời của các cấu trúc trong kiến trúc của vũ trụ. Nếu các thiên hà giống như những ngôi nhà lớn có kích thước hàng trăm ngàn năm ánh sáng chứa các vì sao, thì các cụm thiên hà, tập hợp của vài chục thiên hà, là những ngôi làng của vũ trụ. Như vậy dải Ngân Hà là một phần của cụm Địa phương bao gồm, ngoài thiên hà của chúng ta, còn có thiên hà Andromeda và khoảng ba mươi thiên hà lùn khác, nhỏ và nhẹ hơn. Cụm Địa phương này trải rộng trên khoảng mười triệu năm ánh sáng. Nhưng cũng có những kết tập còn lớn hơn nữa. Đó là các đám thiên hà, tập hợp vài ngàn thiên hà trải dài trên 60 triệu năm ánh sáng. Đây là những thành phố của vũ trụ. Và kiến trúc vũ trụ vẫn chưa dừng lại ở đó. Năm hoặc sáu đám thiên hà có thể tập hợp lại để tạo thành siêu đám thiên hà chứa gần mười ngàn thiên hà và kéo dài hơn 200 triệu năm ánh sáng. Cụm Địa phương của chúng ta là một phần của Siêu đám địa phương,

tập hợp hàng chục cụm và đám khác. Các siêu đám thiên hà, đến lượt mình, lại tập hợp thành những cấu trúc bao la có dạng như bánh crêpe, các sợi hay các bức tường tạo bởi các thiên hà trải dài đến hàng trăm triệu năm ánh sáng, phân cách các khoảng trống rỗng bao la trong vũ trụ, nơi ta có thể du hành hàng trăm triệu năm ánh sáng mà không gặp một thiên hà nào. Các thiên hà vẽ lên trong màn đen của đêm một bức tranh vũ trụ phát sáng khổng lồ trước đôi mắt đầy kinh ngạc của chúng ta. Các siêu đám với cấu trúc giống như bánh crêpe, các sợi hay bức tường, sẽ tạo thành các họa tiết, các đám dày đặc nhất thành các “nút”, và các khoảng trống lớn, thành các “mắt lưới”.

Khi đối diện với bức tranh vũ trụ kỳ vĩ này, những thăng trầm của cuộc sống hàng ngày đôi khi có tầm quan trọng quá mức trong cuộc sống của chúng ta bỗng trở nên nhỏ nhoi và xoàng xĩnh. Kiến trúc tinh tế của bầu trời sao này sẽ mời gọi ta tới những điều cao cả hơn.

Khi chàng thức dậy vào ban đêm và mang theo tiếng gọi của con chim từ bên ngoài, chàng cảm thấy đầy táo bạo, bởi vì chàng phủ đầy khuôn mặt mình toàn bộ gánh nặng của các ngôi sao, nặng đấy, nhưng không giống như người chuẩn bị dành đêm nay cho người mình yêu, và vòm cao thiên đường mà chàng tạo ra.

Rainer Maria Rilke,
Thơ vào ban đêm

Lửa và băng

Liệu sự thay đổi luân phiên giữa ngày và đêm trên Trái Đất có diễn ra mãi mãi không? Có, miễn là Mặt Trời còn sống. Trong 4,5 tỷ năm nữa, nó sẽ cạn kiệt nhiên liệu hydrogen và bắt đầu tiêu thụ đến nhiên liệu helium và carbon. Sự đốt cháy mới này sẽ làm cho Mặt Trời phồng lên một cách khủng khiếp, đạt tới hàng trăm lần kích thước hiện tại của nó. Đồng thời, màu sắc của nó sẽ chuyển sang màu đỏ: nghĩa là nó sẽ trở thành một sao kình đỏ. Vỏ ngoài bốc cháy của Mặt Trời sẽ nuốt gọn ngấu Thủy tinh và Kim tinh. Người Trái Đất sẽ thấy cái đĩa đỏ au của Mặt Trời chiếm phần lớn bầu trời. Ngày và đêm trở nên nóng bỏng. Bầu không khí sẽ bay mất, biển sẽ bốc hơi, những khu rừng bốc cháy và những tảng đá cũng bay hơi hết. Sự sống không thể tồn tại được nữa. Nhân loại sẽ phải tổ chức một cuộc di cư đến một tiểu hành tinh lớn ở ngưỡng cửa của Hệ Mặt Trời, để có nhiệt độ thấp hơn. Giai đoạn kình đỏ này chỉ kéo dài khoảng 200 triệu năm. Sau khi cạn kiệt tất cả nhiên liệu hạt nhân, Mặt Trời sẽ co sụp lại và chết, để lại cái xác gọi là “sao lùn trắng”: “lùn” vì bán kính của nó chỉ khoảng 10.000 km, nhỏ hơn bán kính của Mặt Trời hiện tại 70 lần và “trắng” vì bề mặt của nó được nung nóng đến 30.000 °C và phát ra ánh sáng trắng. Khi Mặt Trời chết đi, ngày cũng sẽ mất đi độ sáng

của nó, độ sáng của sao lùn trắng so với Mặt Trời nhỏ hơn khoảng 10.000 lần. Trong hàng tỷ năm sau đó, sao lùn trắng sẽ tiếp tục nguội đi và tỏa sáng ngày càng yếu. Cuối cùng, nó không phát sáng được nữa vì thiếu năng lượng. Khi đó nó sẽ nhập vào vô số xác sao chết không nhìn thấy được, các lỗ đen và các sao neutron, nằm rải rác trong thiên hà. Con cháu chúng ta, nếu vẫn còn trên Trái Đất, sẽ không còn thấy ban ngày, mà chỉ có đêm thôi. Và nếu muốn tồn tại, chúng sẽ phải đi tìm những ngôi sao khác có khả năng cung cấp cho nhu cầu về năng lượng của chúng.

Về dài hạn, khoảng 100.000 tỷ năm nữa, khi vũ trụ già gấp 10.000 lần ngày hôm nay, tất cả các ngôi sao trong vũ trụ sẽ tắt hết bởi vì chúng đã tiêu thụ hết toàn bộ nhiên liệu hạt nhân của mình. Các thiên hà ngừng chiếu sáng vì chúng sẽ cạn kiệt lượng khí hydrogen dự trữ và sẽ không thể tạo ra những ngôi sao mới. Lò luyện kim hạt nhân sáng tạo trong các ngôi sao sẽ kết thúc thực sự. Vũ trụ sẽ rơi vào đêm trường. Nhưng liệu đêm trường này có kéo dài cho đến khi kết thúc thời gian hay một ngày nào đó nó sẽ được thay thế bởi một sự bùng nổ tận thế của ánh sáng và nhiệt, ngọn lửa địa ngục sẽ thay thế cho sự băng giá? Câu trả lời phụ thuộc vào số phận của vũ trụ.

Vũ trụ học hiện đại cho chúng ta biết rằng số phận này liên quan đến độ cong không gian của vũ

trụ. Độ cong này có thể là dương, bằng không hoặc âm. Thuyết tương đối rộng dạy chúng ta rằng một vũ trụ có độ cong dương, như hình cầu (tương tự này không chính xác một cách chặt chẽ vì bề mặt của một hình cầu là hai chiều, trong khi không gian là ba chiều, nhưng nó giúp trực giác của chúng ta dễ hình dung), sẽ chết trong lò lửa địa ngục. Sự giãn nở của nó, dưới tác dụng của lực hấp dẫn, sẽ giảm tốc trong tương lai. Một ngày nào đó nó sẽ đạt đến một bán kính tối đa, sau đó lực hấp dẫn làm cho nó co sụp lại. Khi này, vũ trụ sẽ ngày càng nóng và đặc hơn. Các thiên hà, thay vì chạy ra xa nhau như hiện nay, sẽ tiến lại càng ngày càng gần nhau, rồi hợp nhất và hoàn toàn mất đi bản sắc riêng của chúng. Các ngôi

— Sao chết

Khi chết, theo khối lượng của chúng, các ngôi sao để lại ba loại xác sao có bản chất khác nhau: sao lùn trắng với các sao có khối lượng nhỏ hơn 1,4 lần khối lượng Mặt Trời; sao neutron với các ngôi sao có khối lượng từ 1,4 đến 5 lần so với Mặt Trời; hoặc các lỗ đen với các ngôi sao có khối lượng lớn hơn khoảng 5 lần so với Mặt Trời.

sao sẽ bay hơi thành các hạt cơ bản. Vũ trụ gần như sẽ tìm lại thời thơ ấu của mình: một đại dương hạt và phản hạt của ánh sáng và vật chất như trong những khoảnh khắc đầu tiên của một giây tồn tại của nó, nhưng rải rác với nhiều lỗ đen, xác chết của các ngôi sao lớn. Vũ trụ sẽ chết đi trong một vụ nổ lớn ngược gọi là vụ co lớn (*big crunch*).

Trái lại, một vũ trụ có độ cong âm, nhìn giống như một chiếc yên ngựa, sẽ có sự giãn nở vĩnh cửu: nó tiếp tục bị pha loãng và càng ngày càng nguội đi, đến vô cùng. Tất cả các ngôi sao và thiên hà sẽ bị tắt, và nó sẽ chết trong bóng tối băng giá. Sự bùng nổ kinh hoàng của ánh sáng và nhiệt và ngọn lửa khủng khiếp của địa ngục của một vũ trụ có độ cong dương sẽ được thay thế bởi sự lạnh lẽo băng giá của một vũ trụ có độ cong âm.

Cuối cùng, trường hợp trung gian là một vũ trụ phẳng, nó có độ cong bằng không, giống như một tấm khăn trải bàn vậy. Nó cũng sẽ giãn nở vĩnh cửu nhưng ngày càng giảm tốc và chỉ dừng lại sau một khoảng thời gian vô hạn. Nó cũng sẽ chết đi trong đêm tối lạnh lẽo, băng giá và cô liêu.

Một số cho rằng thế giới sẽ kết thúc trong ngọn lửa,
Số khác trong băng giá.
Bởi đã nếm vị ham muốn của tình yêu,
Tôi nghiêng về phía ngọn lửa.
Nhưng nếu phải chết hai lần
Tôi nghĩ mình hiểu rõ lòng thù hận
Để nói rằng sự phá hủy bởi băng giá
Cũng sẽ lớn lao
Và đủ đầy không kém.

Robert Frost,
Lửa và Băng

Kiểm kê vũ trụ

Để biết liệu đêm đen vũ trụ có kéo dài cho đến khi kết thúc thời gian không hay ngược lại, nó sẽ được thay thế bởi ngọn lửa hỏa ngục, chúng ta phải xác định được độ cong của vũ trụ. Điều đó được làm như thế nào? Phải nhờ tới Thuyết tương đối. Nó đã dạy chúng ta nhiều điều: chính vật chất và năng lượng đã làm cong không gian. Có một mật độ tới hạn của vật chất và năng lượng tương đương với khối lượng của năm nguyên tử hydrogen trong một met khối (hay 10^{-23} gram trên một met khối). Mật độ này giúp ta phân biệt các loại vũ trụ khác nhau: một vũ trụ chứa trung bình nhiều hơn năm nguyên tử hydrogen trên một met khối sẽ có độ cong dương. Nếu nó chứa ít hơn, thì sẽ có độ cong sẽ âm. Nếu nó có đúng bằng mật độ

tới hạn, thì độ cong của nó là 0. Vì vậy, chỉ cần kiểm kê khối lượng và năng lượng của vũ trụ là ta đọc ra được số phận của nó. Chúng ta có thể nghĩ rằng với vô số thiên hà trong vũ trụ quan sát được, mỗi thiên hà chứa vô số Mặt Trời, vũ trụ chắc chắn phải có mật độ trung bình lớn hơn năm nguyên tử trên một mét khối, và do đó nó sẽ có độ cong dương. Nhưng điều này không hiển nhiên, bởi vì nếu như vũ trụ chứa một số lượng thiên hà không thể tưởng tượng nổi, thì thể tích của nó cũng vượt quá sức tưởng tượng.

Để làm rõ, các nhà vật lý thiên văn đã miệt mài kiểm kê vũ trụ. Đầu tiên là các ngôi sao và các thiên hà, được tạo thành từ vật chất thông thường, nghĩa là từ các proton, neutron và electron, giống như bạn, tôi và những bông hoa trên cánh đồng vậy. Những đối tượng này dễ dàng thống kê được bởi vì chúng phát ra ánh sáng khả kiến, cho phép chúng ta dùng kính thiên văn là phát hiện được. Vũ trụ có thể quan sát chứa khoảng 400 tỷ thiên hà, mỗi thiên hà chứa hàng trăm tỷ Mặt Trời. Tuy nhiên, bất chấp những con số khổng lồ này, vật chất phát sáng của các ngôi sao và thiên hà chỉ đóng góp một con số nhỏ nhoi cỡ 0,5% vào mật độ tới hạn của vũ trụ (với vũ trụ có độ cong bằng không)! Điều này có nghĩa là không có đủ vật chất để lực hấp dẫn có thể làm chậm sự giãn nở của vũ trụ và làm cho nó co sụp lại? Thực tế, tình hình không đơn giản như vậy bởi vì các nhà vật

lý thiên văn đã nhận ra rằng có nhiều vật chất hơn chúng ta nhìn thấy. Nhờ nghiên cứu chuyển động của các thiên hà trong đám Coma, một tập hợp vài ngàn thiên hà liên kết với nhau bởi lực hấp dẫn, nhà thiên văn học người Mỹ gốc Thụy Sĩ Fritz Zwicky (1898-1974) là người đầu tiên nhận ra điều đó vào năm 1933. Trong đám thiên hà này, các thiên hà di chuyển với tốc độ 1.000 km/s, và Zwicky nhận ra rằng những chuyển động nhanh như thế sẽ sớm phân tán chúng vào không gian giữa các thiên hà, gây ra sự tan rã của đám thiên hà, nếu như, ngoài khối lượng phát sáng của các thiên hà ra, không có nguồn hấp dẫn bổ sung được tạo ra bởi một vật chất “tối” chưa rõ bản chất, không phát ra bất kỳ ánh sáng nhìn thấy được nào, nhưng có lực hấp dẫn giúp giữ các thiên hà lại trong đám.

Vật chất tối

Kể từ phát hiện của Zwicky, vật chất tối đã không ngừng ám ảnh tâm trí của các nhà vật lý thiên văn. Nó thể hiện trong tất cả các cấu trúc đã biết của vũ trụ, từ các thiên hà lùn yếu mà tôi nghiên cứu, đến dải Ngân Hà hoặc trong các đám thiên hà khổng lồ. Lý do cho sự có mặt khắp mọi nơi của nó luôn luôn chỉ là một: nó phải tồn tại để ngăn chặn sự tan rã của các cấu trúc hùng vĩ của vũ trụ như các thiên hà hoặc đám thiên hà. Chẳng hạn, trong những thiên hà xoắn

ốc, các ngôi sao và khí quay nhanh (hơn 200 km/s) trong mặt phẳng thiên hà đến mức lực ly tâm sẽ đẩy chúng ra xa và làm tan rã thiên hà. Nhưng thực tế các thiên hà xoắn ốc vẫn tiếp tục tồn tại và tô điểm cho vòm trời bằng sự lộng lẫy của mình. Để có thể giữ các ngôi sao lại trong thiên hà đó, cấu trúc này sẽ phải chứa vật chất tối phát ra bức xạ không nhìn thấy được và chỉ thể hiện qua lực hấp dẫn của nó. Tương tự, sự hiện diện của vật chất tối là cần thiết để ngăn chặn các đám thiên hà tan rã. Để làm điều này, khối lượng tối phải lớn gấp 60 lần khối lượng phát sáng. Nói cách khác, nó phải đóng góp khoảng 31,5% cho mật độ tối hạn.

Vậy bản chất của khối lượng tối hay vật chất tối này là gì? Các nhà vật lý thiên văn đã phát hiện ra rằng trong số 31,5% này, chỉ 4,5% được cấu thành từ vật chất “thông thường”, bao gồm proton, neutron và electron như tất cả các vật thể xung quanh chúng ta. 27% còn lại được tạo bởi một dạng vật chất mới – gọi là “ngoại lai” – mà cho tới nay bản chất của nó vẫn còn hoàn toàn bí ẩn. Mất đi ánh sáng, các nhà thiên văn học như ở trong bóng tối theo đúng nghĩa đen! Các nhà nghiên cứu tin rằng vật chất tối ngoại lai được tạo bởi các hạt rất nặng tương tác yếu với vật chất thông thường, được sinh ra trong những khoảnh khắc đầu tiên của một giây ngay sau sự ra đời của vũ trụ, và được gọi chung là WIMP, (WIMP là viết

tất của *Weakly Interacting Massive Particles* - “các hạt nặng tương tác yếu”). Các nhà vật lý đã săn lùng các hạt này một cách gắt gao, nhưng cho đến nay vẫn chưa có hạt nào xuất hiện. Nghĩa là bí ẩn về bản chất của vật chất tối ngoại lai vẫn còn nguyên đó.

Cho đến tận năm 1998, việc kiểm kê vũ trụ tiết lộ rằng với mật độ bằng xấp xỉ một phần ba mật độ tối hạn ($0,5\%$ vật chất sáng + $31,5\%$ vật chất tối = 32% mật độ tối hạn), vũ trụ không chứa đủ vật chất để ngăn chặn sự giãn nở và khiến nó tự co sụp lại. Vì vậy, chúng ta nghĩ rằng mình đang sống trong một vũ trụ mở và sẽ loảng dần ra cho đến khi thời gian cáo chung, và vũ trụ sẽ chết trong cái lạnh băng giá của đêm trường vĩnh cửu.

Năng lượng tối

Đó là ta đã không kể tới cú sấm sét làm rung chuyển bầu trời thanh bình của vũ trụ học vào cuối thế kỷ trước. Hai nhóm các nhà thiên văn, một nhóm dưới sự lãnh đạo của Saul Perlmutter người Mỹ và nhóm kia do Brian Schmidt người Australia và Adam Riess người Mỹ dẫn dắt – cả ba đều được giải Nobel vật lý năm 2011 – đã phát hiện một cách độc lập vào năm 1998 rằng sự giãn nở của vũ trụ không hề giảm tốc – mà lẽ ra sẽ phải như thế nếu vũ trụ chỉ chứa vật chất, vật chất sẽ tạo ra lực hút hấp dẫn làm chậm sự

giãn nở của nó – mà là đang tăng tốc. Điều này ngụ ý rằng trong vũ trụ còn tồn tại một lực phản hấp dẫn, nó không phải là lực hút mà là lực đẩy. Do thiếu thông tin, các nhà thiên văn học gọi nó là “năng lượng tối” (“tối” bởi vì, giống như vật chất tối ngoại lai, chúng ta hoàn toàn không biết gì về bản chất của nó). Các quan sát của họ cho thấy, trong bảy tỷ năm tồn tại đầu tiên, vũ trụ thực sự đã giảm tốc, nhưng nó bắt đầu tăng tốc từ tám tỷ năm sau Big Bang. Để tái tạo được gia tốc phổ quát quan sát được, năng lượng tối phải đóng góp khoảng 68% cho khối lượng và năng lượng của vũ trụ: nó đúng bằng số lượng thiếu hụt từ kiểm kê trước đó để cho vũ trụ có mật độ tới hạn và do đó có hình học phẳng.

Nhưng làm thế nào có thể tồn tại một lực phản hấp dẫn như thế? Newton đã dạy chúng ta rằng lực hấp dẫn gây ra bởi một vật luôn là lực hút và có độ lớn tỷ lệ với khối lượng của nó. Nhưng Einstein, với thuyết tương đối rộng, cho chúng ta biết quan điểm của Newton quá hẹp và, ngoài khối lượng của vật ra, ta phải tính đến năng lượng và áp lực của nó – hai yếu tố cũng có đóng góp cho lực hấp dẫn. Nhưng áp lực có những tính chất rất đặc biệt phân biệt nó với hai đại lượng khác: tùy theo hoàn cảnh, nó có thể có đóng góp dương hoặc âm vào lực hấp dẫn. Khi nó là dương, như trong điều kiện bình thường của cuộc sống hàng ngày, nó đóng góp nhỏ vào trường hấp dẫn được tạo

ra bởi khối lượng và năng lượng. Kết quả là lực hấp dẫn là hút, đó là điều quen thuộc mà ai trong chúng ta cũng biết: chính nó làm ta ngã xuống đất khi vấp phải một hòn đá. Nhưng thuyết tương đối còn dạy chúng ta rằng trong những hoàn cảnh phi thường, ở thang vũ trụ, áp lực có thể là âm. Nếu sự đóng góp âm của nó lớn hơn lượng dương của khối lượng và năng lượng, thì lực hấp dẫn sẽ là âm, và chúng ta sẽ có một loại lực đẩy, thay vì hút, làm mọi thứ dịch chuyển ra xa nhau. Áp lực này không thể gắn với vật chất thông thường, vì vật chất thông thường luôn luôn có áp lực dương, mà nó gắn với một chất hoàn toàn mới tràn ngập toàn bộ vũ trụ, nó không phải vật chất cũng không phải ánh sáng, và bản chất của nó hiện vẫn chưa ai biết rõ. Hiểu được bản chất của năng lượng tối – cùng với vật chất tối ngoại lai – hiện vẫn là một trong những thách thức lớn nhất của vật lý thiên văn đương đại.

Sự giãn nở vĩnh cửu

Với lực đẩy của năng lượng tối, vũ trụ sẽ có được sự giãn nở vĩnh cửu. Như trong trường hợp vũ trụ mở, một vũ trụ phẳng sẽ tiếp tục ngày càng loãng ra và nguội đi để kết thúc cuộc đời của nó trong bóng tối băng giá. Sau sự tuyệt chủng của tất cả các ngôi sao, đêm sẽ là vô tận. Nhân loại trong tương lai – nếu có thể duy trì được hàng tỷ năm nữa – sẽ thoát khỏi

cảm giác ngọt ngào của một vũ trụ có độ cong dương, bị co sụp lại dưới trọng lực của chính nó và ngày càng nhỏ lại. Trái lại, vũ trụ sẽ loãng dần ra do sự giãn nở của vũ trụ được tăng tốc. Không gian sẽ lớn lên nhanh đến mức không hạt nào có thể gắn kết với những hạt khác và do đó không có cấu trúc nào được tạo thành. Do sự giãn nở của vũ trụ được tăng tốc, bầu trời sẽ ngày càng trống rỗng hơn. Khi đồng hồ vũ trụ điểm khoảng 2.000 tỷ năm (hơn một trăm lần tuổi vũ trụ hiện tại là 13,8 tỷ năm), hàng trăm tỷ thiên hà ngày nay có thể nhìn thấy qua kính thiên văn sẽ ở xa đến mức chúng ta không thể nhìn thấy chúng nữa. Liệu điều này có nghĩa là Ngân Hà sẽ trở nên cô đơn trong khoảng mệnh mông tối đen của không gian? Không, bởi vì, như ta đã nói, nó là một phần của Siêu đám địa phương, một phức hợp gồm 10.000 thiên hà liên kết với nhau bởi lực hấp dẫn. Nhưng trong tương lai xa xôi này, chúng sẽ không còn cấu thành các thực thể riêng biệt nữa: lực hấp dẫn sẽ kéo chúng lại với nhau từ lâu, để kết tập thành một Siêu thiên hà khổng lồ. Con cháu chúng ta sau này sẽ có ấn tượng rằng toàn bộ vũ trụ chỉ là siêu thiên hà đó, lạc trong một không gian trống rỗng khổng lồ. Những nghiên cứu thiên văn mà chúng có thể thực hiện sẽ rất hạn chế, bởi sẽ có cực ít thiên thể quan sát được trên bầu trời. Chúng sẽ dễ nghĩ sai lầm rằng vũ trụ là tĩnh bởi vì không có các thiên hà nằm ngoài siêu thiên hà này, chúng sẽ

không có các đèn hiệu, những cột mốc để đo sự giãn nở của vũ trụ, cũng như chuyển động gia tốc của nó! Đối với hậu duệ xa xôi của chúng ta, câu chuyện về vụ nổ lớn, vật chất tối và năng lượng tối, sự tiến hóa vũ trụ dẫn đến sự xuất hiện của sự sống và ý thức trên Trái Đất sẽ được coi như một huyền thoại tuyệt vời của một nền văn minh đã biến mất, nó được tưởng tượng ra để giải thích cho Sáng thế, nhưng không dựa trên bất kỳ quan sát cụ thể nào. Tôi rất may mắn được sống tại một thời điểm trong lịch sử vũ trụ khi mà tôi vẫn có thể nghiên cứu thiên văn học thực sự, và tôi vẫn có thể chiêm ngưỡng bầu trời đêm chứa đầy hàng trăm tỷ thiên hà.

Ánh sáng và bóng tối

Vào ban đêm, khi bay phía trên Trái Đất và nhìn qua cửa sổ máy bay, bạn thấy, nằm rải rác đây đó trên các lục địa, ánh sáng của các thành phố lớn và các đô thị. Còn lại, tất cả đều chìm trong bóng tối đen như mực, không nhìn thấy được. Bạn không thể nhìn thấy đường viền của các châu lục, những cánh đồng xanh mướt, các sa mạc khô cằn, hay những đỉnh tuyết trắng của nhiều dãy núi: vì vậy quang cảnh mà bạn có về Trái Đất ban đêm là rất không chính xác. Tuy nhiên, đây lại chính là tình cảnh của nhà thiên văn học. Ta đã biết rằng vật chất phát sáng trong các ngôi sao và các thiên hà chỉ chiếm 0,5% tổng khối lượng và

năng lượng của vũ trụ. Vật chất tạo nên chúng ta chỉ chiếm 4,5%. Phần còn lại, tức là 95% thành phần của vũ trụ, hoàn toàn là bí mật. Chúng ta cũng biết rằng phải tồn tại một vật chất tối ngoại lai để lực hấp dẫn của nó giữ các ngôi sao lại trong các thiên hà, giữ các thiên hà trong đám thiên hà, và rằng toàn bộ không gian vũ trụ chứa đầy một năng lượng tối huyền bí bởi vì sự giãn nở của vũ trụ đang tăng tốc thay vì giảm tốc. Nhưng nhà thiên văn học lại không thể nhìn thấy trực tiếp các quầng vật chất tối khổng lồ bao quanh các thiên hà hay các cấu trúc khổng lồ của các sợi vật chất tối dệt nên bức tranh vũ trụ khổng lồ trải rộng hàng tỷ năm ánh sáng trong không gian. Ánh sáng của các thiên hà và cụm thiên hà nằm rải rác đây đó ở những nơi dày đặc nhất của bức tranh rộng lớn chỉ cho chúng ta một cái nhìn rất không đầy đủ về thực tại. Vật chất phát sáng của vũ trụ giống như phần nổi rất nhỏ của tảng băng trôi. Nhưng có một sự khác biệt rất lớn giữa tảng băng trôi và vũ trụ: chúng ta biết rằng phần chìm của tảng băng trôi cũng được làm bằng băng, trong khi bản chất của vật chất tối ngoại lai và năng lượng tối vẫn là một thách thức ghê gớm đối với trí tuệ con người. Dù với toàn bộ kiến thức của mình, chúng ta vẫn không nắm bắt được phần lớn thành phần của vũ trụ. Thật là một bài học đẹp về sự khiêm tốn. Bóng tối tạo nên mặt trái không thể tránh khỏi của tấm huy chương ánh sáng,

giống như đêm là bạn đồng hành không thể tách rời của ngày.

Suy ngẫm về hành tinh xanh

Trong khi kính thiên văn tiếp tục thu thập ánh sáng từ thiên hà xanh đặc, tôi ngồi suy tư về sự hội đủ phi thường những hoàn cảnh đã cho phép sự hiện diện của tôi ở đây, trên một đỉnh núi lửa ngừng hoạt động, để chiêm ngưỡng vũ trụ. Con người xuất hiện trong vũ trụ rộng lớn này đã là một phép lạ và, bất chấp địa vị nhỏ nhoi của mình trong vũ trụ, con người đủ thông minh để hiểu vũ trụ, cảm nhận được vẻ đẹp và sự hài hòa của nó, và cũng đủ tài năng để tái tạo bức bích họa vũ trụ tuyệt vời 14 tỷ năm tuổi từ trống rỗng nguyên thủy tới lúc con người xuất hiện. Con người sống trên hành tinh Trái Đất, hành tinh thứ ba tính từ Mặt Trời, cũng lại là một phép lạ. Đây không phải là một hiện tượng ngẫu nhiên: hành tinh xanh của chúng ta là hành tinh duy nhất trong Hệ Mặt Trời mà con người có thể ở được, vì không giống các hành tinh khác, nó không quá nóng cũng không quá lạnh. Sự sống rất mong manh và tinh tế, nó đòi hỏi cả sự êm đềm và ấm áp. Mà Trái Đất là hành tinh duy nhất trong Hệ Mặt Trời ở cách Mặt Trời một khoảng cần thiết để đáp ứng những điều kiện này. Chỉ mình nó là có những đại dương nước lỏng chiếm ba phần tư bề mặt, mang lại cho nó màu xanh tuyệt

đẹp. Chỉ mình nó có thể cứu mang sự sống, và hơn thế nữa, lại là sự sống có ý thức.

Người Hỏa tinh

Còn ba hành tinh giống Trái Đất khác, chúng hầu như không thuận lợi cho sự sống. Thủy tinh, do gần với Mặt Trời (khoảng một phần ba khoảng cách Mặt Trời-Trái Đất) có nhiệt độ ban ngày nóng tới 430°C : chì sẽ tan chảy ngay lập tức trên đó. Nhiệt độ phổ biến trên Kim tinh, dù ở xa Mặt Trời gấp đôi Thủy tinh, thậm chí còn cao hơn, bằng 4,6 lần nhiệt độ của nước sôi. Như chúng ta đã biết, nhiệt độ hỏa ngục này là do hiệu ứng nhà kính quá mạnh gây ra bởi bầu khí quyển rất dày của Kim tinh gồm 96% khí carbonic. Nếu đặt chân lên đó, bạn sẽ không chỉ bị hầm chín ngay lập tức, mà còn sẽ chết vì bị nhiễm độc. Còn đối với Hỏa tinh, nó luôn tạo ra niềm đam mê sâu sắc với trí tưởng tượng của con người, bởi vì từ lâu chúng ta đã nghĩ rằng nó cũng cứu mang một dạng sự sống có ý thức khác với con người. Chúng ta đã đặt cho họ, những người nhỏ bé màu xanh, sản phẩm của trí tưởng tượng, cái tên là người Hỏa tinh. Nhà thiên văn học người Italy Giovanni Schiaparelli, vào năm 1877, tin rằng qua kính thiên văn của mình, ông đã nhận ra một mạng lưới rộng lớn các cấu trúc thẳng trên bề mặt Hỏa tinh mà ông gọi là *canali* (kênh đào). Chỉ cần một bước nhỏ nữa để có thể kết

luận rằng mạng lưới kênh đào này được xây dựng bởi một nền văn minh tiên tiến. Năm 1938, vào đêm Halloween, một nhà làm phim trẻ tên là Orson Welles đã gieo hoang mang trong dân chúng New Jersey khi phát sóng trên đài phát thanh một phóng tác quá hiện thực chủ nghĩa của cuốn tiểu thuyết khoa học viễn tưởng *The War of the Worlds* (Chiến tranh giữa các thế giới) của H. G. Wells với chủ đề về sự chinh phục Trái Đất của những người Hỏa tinh thù địch. Những hình ảnh tưởng tượng này chắc chắn đã bị xóa sạch trước hình ảnh bề mặt Hỏa tinh được tàu thăm dò *Mariner* gửi về vào đầu những năm 1970. Chúng cho thấy một cách không còn nghi ngờ gì nữa về việc các mạng lưới kênh đào chỉ thuần túy là những ảo ảnh, và không hề có nền văn minh tiên tiến nào trên hành tinh đỏ, ngay cả khi có lý do chính đáng để cho rằng trên Hỏa tinh có thể có sự sống. Những hình ảnh được các robot quần thảo ngang dọc khắp bề mặt của nó cùng với các vệ tinh gửi về cho thấy trong quá khứ, khoảng vài tỷ năm trước, đã từng có nước chảy trên bề mặt của hành tinh đỏ này. Những hình ảnh đó còn hé lộ đáy của các con sông hiện đã khô cạn, các hố lớn với thành có nhiều rãnh, rất có thể là kết quả của sự xói mòn do nước, hoặc các lớp trầm tích minh chứng cho một thời kỳ đã lâu khi Hỏa tinh có rất nhiều ao hồ trên bề mặt. Và vì có nước là có khả năng có sự sống: cũng không loại trừ là, có thể, một

ngày nào đó chúng ta sẽ tìm thấy các vi sinh vật trên Hỏa tinh. Nhưng có một điều chắc chắn: sự sống có tri tuệ chưa bao giờ cất cánh ở đó.

Các hành tinh khổng lồ – Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh – hầu như đều không thuận lợi cho sự sống. Chúng không có bề mặt rắn. Nếu đặt chân lên đó, bạn sẽ chìm ngăm ngay vào khối khí hydrogen và helium khổng lồ có áp lực và nhiệt độ khắc nghiệt, sẽ giết chết bạn ngay lập tức. Các tầng trên của bầu khí quyển của những hành tinh này cũng không thân thiện gì hơn. Các cơn bão hung hãn hoành hành liên tục, gió thổi với vận tốc hàng trăm kilomet mỗi giờ, tất cả những điều này đều không có lợi cho sự xuất hiện và phát triển của sự sống.

Không phải tình cờ mà chúng ta có mặt trên hành tinh xanh. Nhờ nước, thiên nhiên đã có thể vẽ ra bản đồ sự sống. Trong số 1.001 loài động vật và thực vật, con người đã xuất hiện, và có thể hiểu được vũ trụ sinh ra họ. Tuy nhiên, con người hiện đang gây ra biết bao nguy hiểm cho sự cân bằng sinh thái trong sinh quyển của mình. Tìm ra một nơi khác có thể sinh sống trong vũ trụ rộng lớn này là cực kỳ khó khăn: chúng ta hãy cùng nhau chăm sóc hành tinh xanh.

Hai điều choán đầy tâm trí với sự ngưỡng mộ và tôn kính ngày càng mới mẻ và gia tăng [...]: đó là bầu trời đầy sao ở bên trên tôi và luật đạo đức ở trong tôi.

Emmanuel Kant,
Phê bình lý tính thực hành

Con người và vũ trụ cộng sinh chặt chẽ

Vũ trụ dường như được điều chỉnh một cách bí ẩn để cho phép sự xuất hiện của con người. Nếu vũ trụ bao la như thế, thì cũng chính là để phù hợp với sự hiện diện của chúng ta. Vật lý thiên văn hiện đại đã phát hiện ra rằng sự tồn tại của con người, và tổng quát hơn là sự sống và ý thức, đã được ghi khắc sẵn trong các thuộc tính của mọi nguyên tử, mọi ngôi sao, mọi thiên hà trong vũ trụ, cũng như trong mọi định luật vật lý chi phối nó. Chỉ cần các đặc tính và các định luật của vũ trụ hơi khác đi một chút là chúng ta đã không có mặt ở đây để nói về nó. Vũ trụ và chúng ta liên kết khăng khít với nhau. Vũ trụ sở hữu, rất chính xác, các thuộc tính cần thiết để tạo ra ý thức, có khả năng hiểu được sự tổ chức của vũ trụ. Nhà vật lý người Mỹ gốc Anh Freeman Dyson đã diễn đạt một cách cô đọng về mối liên hệ này: “Vũ trụ, bằng một cách nào đó, đã biết rằng con người sẽ đến.” Sự cộng sinh gần gũi này giữa con người và vũ trụ được gọi là nguyên lý vị nhân (*anthropic*), có gốc từ thuật

ngữ *anthropos*, có nghĩa là “con người”, trong tiếng Hy Lạp.

Làm thế nào các nhà thiên văn học nhận ra được sự cộng sinh đặc biệt này giữa con người và vũ trụ? Tất cả các thuộc tính của vũ trụ phụ thuộc vào hai loại tham số. Đầu tiên là các thuộc tính mà các nàng tiên đã ban cho nó khi sinh ra, đó là các điều kiện ban đầu: tốc độ giãn nở ban đầu của vũ trụ hay lượng vật chất và năng lượng của nó. Tiếp theo là mười lăm hằng số vật lý: tốc độ ánh sáng, khối lượng của các hạt cơ bản, hay hằng số hấp dẫn xác định cường độ của lực hấp dẫn. Các tham số này thực sự bất biến. Chúng dường như không thay đổi cả trong không gian lẫn thời gian. Chúng ta đã có thể đo được bằng thực nghiệm giá trị của những hằng số này với độ chính xác cực cao, nhưng lại không có bất kỳ lý thuyết vật lý nào giải thích được tại sao những hằng số này có giá trị đúng như vậy chứ không phải các giá trị khác. Chẳng hạn, chúng ta không hề có ý tưởng tại sao ánh sáng lại truyền đi với tốc độ 300.000 km/s chứ không phải, ví dụ, là 3 cm/s. Những hằng số vật lý này đã làm cho thế giới như nó hiện là, chứ không phải một thế giới khác. Điều có vẻ như là một sự thật hiển nhiên này phản ánh phạm vi vô tận của các khối lượng và kích thước mà tự nhiên có trong tay để xây dựng nên vũ trụ. Ví dụ, ngọn núi cao nhất trên Trái Đất, thay vì có độ cao khoảng 10 km, đã có

thể cao không quá vài cm. Con người có thể không lớn hơn con vi khuẩn. Chịu trách nhiệm về toàn bộ hệ thống thứ bậc tuyệt vời của tất cả các cấu trúc và khối lượng của thế giới, từ nguyên tử nhỏ nhất đến các siêu đám thiên hà lớn nhất, chính là các hằng số cơ bản của tự nhiên.

Dãy số độc đắc

Chính hành động kết hợp các hằng số vật lý và các điều kiện ban đầu của vũ trụ đã cho phép xuất hiện sự sống và ý thức. Sự tồn tại của sự sống là cực kỳ khó xảy ra, nó phụ thuộc vào sự cân bằng rất bấp bênh và vào sự hội đủ những hoàn cảnh rất khác thường. Chỉ cần sửa đổi một chút một số hằng số cơ bản và điều kiện ban đầu là chúng ta đã không thể tồn tại. Độ chính xác của việc điều chỉnh một số các tham số này thật đáng kinh ngạc. Làm thế nào mà các nhà vật lý thiên văn nhận ra được điều này? Tất nhiên, họ không thể hy vọng tái tạo vụ nổ lớn trong phòng thí nghiệm. Để tái tạo được năng lượng của vụ nổ nguyên thủy, họ phải cần tới một máy gia tốc hạt cơ bản lớn cỡ dải Ngân Hà, điều này không thể có ngày một ngày hai! Và người ta đã sử dụng máy tính để tính toán vô số vũ trụ hư cấu, mỗi vũ trụ với sự kết hợp các hằng số vật lý và điều kiện ban đầu khác nhau. Trong một vũ trụ, lực hấp dẫn sẽ yếu hơn một chút, trong vũ trụ khác lượng vật chất tối sẽ cao

hơn, trong vũ trụ thứ ba, khối lượng của electron sẽ lớn hơn, và cứ tiếp tục như thế. Câu hỏi mà các nhà khoa học đặt ra cho mỗi mô hình vũ trụ là: “Liệu nó có mang lại sự sống và ý thức sau một quá trình tiến hóa 13,8 tỷ năm?” Câu trả lời do các máy tính đưa ra thật đáng ngạc nhiên: phần lớn các mô hình vũ trụ là một tổ hợp số trượt, không trùng, trống rỗng và cằn cỗi – ngoại trừ vũ trụ chúng ta, là tổ hợp số độc đặc và chúng ta, theo một nghĩa nào đó, chính là quả anh đào điểm tô cho chiếc bánh gato. Hầu hết các vũ trụ đều không có sự sống và ý thức bởi vì chúng không có khả năng tạo ra những ngôi sao lớn. Nếu không có lò luyện hạt nhân của các ngôi sao này, các nguyên tố nặng như carbon, cơ sở của sự sống, sẽ vắng mặt, và sự sống sẽ không thể xuất hiện. Hãy xem xét, ví dụ, mật độ ban đầu của vật chất trong vũ trụ. Nếu mật độ này quá cao, vật chất sẽ tạo ra lực hấp dẫn quá lớn, nó sẽ hãm và đảo ngược sự giãn nở của vũ trụ, khiến vũ trụ co sụp lại trong vụ *big crunch* sau một thời gian rất ngắn, một triệu năm, một thế kỷ, thậm chí một năm. Thời gian này là quá ngắn để cho các ngôi sao được sinh ra và thực hiện thuật giả kim hạt nhân của chúng. Mà không có điều này, thì sẽ không có các nguyên tố nặng, và sự sống không thể xuất hiện được. Trái lại, nếu mật độ ban đầu quá thấp, lực hấp dẫn sẽ không đủ mạnh để làm co các đám mây hydrogen và helium có từ Big Bang và hình thành các sao. Không

có sao, không có nguyên tố nặng, sẽ không có sự sống và ý thức! Sự điều chỉnh giá trị của mật độ ban đầu của vật chất phải có độ chính xác cao đến kinh ngạc, cỡ 10^{-60} . Nói cách khác, chỉ cần bạn thay đổi chữ số thập phân thứ sáu mươi thôi của mật độ này là mọi thứ sẽ thay đổi và vũ trụ trở nên cần cỗi. Độ chính xác của sự điều chỉnh này có thể so sánh với một cung thủ bắn một mũi tên trúng mục tiêu hình vuông mỗi cạnh dài 1 cm được đặt ở biên của vũ trụ. Mặc dù độ chính xác của sự điều chỉnh không phải chính xác đến mức như thế cho các điều kiện ban đầu và hằng số vật lý khác, nhưng kết luận rút ra thì vẫn như cũ: vũ trụ đã được điều chỉnh cực kỳ cẩn thận để có thể xuất hiện người quan sát có khả năng đặt ra những câu hỏi về vũ trụ đã tạo ra mình.

— Nguyên lý vị nhân

Chính nhà vật lý thiên văn người Pháp-Anh Brandon Carter đã đặt ra thuật ngữ nguyên lý vị nhân. Nhưng cái tính từ “vị nhân” (*anthropic*) này không hoàn toàn chính xác: nó ngụ ý rằng vũ trụ chỉ hướng tới con người. Thế thì các loài tinh tinh, cá heo và các sinh vật khác, trên Trái Đất hoặc ngoài hành tinh, sẽ có quyền phản đối. Thực ra, vũ trụ là sự cộng sinh không chỉ với con người, mà còn với bất kỳ dạng trí tuệ nào khác mà nó cứu mang.

Vô số thế giới! Chúng ta mơ về chúng. Ai nói rằng những cư dân còn chưa biết của những thế giới ấy không nghĩ đến chúng ta, và cái khoảng cách không gian ấy không thể vượt qua bởi những chuyến bay của tư tưởng như dòng chảy của hấp dẫn vũ trụ và ánh sáng? Liệu giữa các nhân loại trong vũ trụ ấy, mà trong đó Trái Đất chỉ là một ngôi làng khiêm tốn, có tồn tại một sự đoàn kết bao la, chỉ được cảm nhận một chút bởi các giác quan không hoàn hảo của chúng ta?

Camille Flammarion,
Thiên văn học cho các quý bà

Chúng ta có cô đơn trong vũ trụ?

Nếu vũ trụ mang mầm mống sự sống và ý thức ngay từ lúc bắt đầu của nó, thì tại sao hành tinh chúng ta lại là nơi duy nhất nhìn thấy chúng nở hoa? Khi ngắm bầu trời đầy sao bao la dường như lạc lối trong vô tận, tôi không thể không tự hỏi liệu chúng ta có đơn độc trong vũ trụ hay không, phải chăng không có một nơi khác trong vũ trụ có những sinh vật có khả năng đặt ra những câu hỏi về thế giới và biết kinh ngạc trước cảnh tượng tuyệt đẹp của đêm đầy sao. Đối với một số người, như nhà sinh học người Mỹ Stephen Jay Gould, thì sự sống trên Trái Đất là kết quả của một loạt các cơ hội vô cùng khó xảy ra. Sự khó xảy ra này có xác suất thấp đến mức phép mầu của sự sống chỉ có thể xảy ra một lần trong toàn bộ lịch sử vũ trụ, bởi vì đó là cơ hội nhỏ nhất

trên hành tinh của chúng ta. Sẽ không thể có lần thứ hai. Đối với Gould, nếu chúng ta tua lại cuốn phim về các sự kiện diễn ra trên Trái Đất, rồi để cho nó diễn ra một lần nữa, khi đó sẽ không có cá, không có chim sơn ca, không có cá heo, không có con người. Điều này không phải là sự hiện thân của các nguyên tắc chung của thiên nhiên, mà chỉ là một chi tiết đơn giản của một lịch sử có thể không xảy ra. Trên con đường tiến hóa dài và quanh co, con người ngay từ đầu đã có rất ít cơ hội. Bởi vì khả năng xuất hiện sự sống là vô cùng bé, nên tất cả các hành tinh khác đều không có sự sống và trí tuệ, do vậy chúng ta là duy nhất trong vũ trụ. Đó là luận đề về sự cô đơn trong vũ trụ. Tôi không tán thành giả thuyết này. Đối với tôi, sự sống không phải là kết quả của ngẫu nhiên thuần túy mà là một cơ may trong khuôn khổ của các định luật vật lý và sinh học. Nó xuất hiện như là kết quả của một chuỗi các sự kiện ngẫu nhiên, đúng như thế, nhưng có ràng buộc. Sự ngẫu nhiên bị cầm cương này làm cho vũ trụ có mong muốn về sự sống và ý thức. Đối với tôi, chúng ta rất có thể không phải là những người duy nhất trong vũ trụ bao la chiêm ngưỡng vẻ đẹp của bầu trời đêm.

Tiếng gió

Nếu E.T. (extra-terrestrial – người ngoài hành tinh) tồn tại, liệu chúng ta có thể liên lạc với

họ không? Đối với các nhà thiên văn ngày nay, khả năng tiếp xúc với các nền văn minh ngoài Trái Đất không còn là khoa học viễn tưởng nữa. Những nỗ lực nghiêm túc đang được thực hiện để làm điều này. Người Trái Đất đã phóng hai con tàu thăm dò – *Pioneer 10* và *Voyager 1* – về phía các vì sao, mang theo trên tàu các thông điệp, nhưng không có địa chỉ xác định, với hy vọng một ngày nào đó người ngoài hành tinh sẽ nhận được, giống như ném chai thư vào đại dương vũ trụ mênh mông vậy. Những “chiếc chai” trong đó có chứa âm thanh và hình ảnh của Trái Đất: từ tiếng “xin chào” nói bằng 55 ngôn ngữ, hình vẽ một nguyên tử hydrogen, rồi sơ đồ cho thấy vị trí của Trái Đất trong Hệ Mặt Trời, hình ảnh một người phụ nữ và một người đàn ông, hình cánh tay giơ lên như dấu hiệu để chào, một đĩa có chứa một bản concerto của Bach, một khúc nhạc jazz của Louis Armstrong, cho đến âm thanh một nụ hôn, rồi tiếng gió, khúc hát của cá voi, tiếng cười của trẻ nhỏ. Thay vì tàu thăm dò không gian di chuyển với tốc độ quá chậm chạp, sẽ là rẻ và nhanh hơn nhiều khi sử dụng sóng radio để gửi tin nhắn đi với tốc độ nhanh nhất có thể trong vũ trụ, tốc độ ánh sáng. Trong số ít thông điệp radio được người Trái Đất gửi vào vũ trụ, thông điệp nổi tiếng nhất được kính thiên văn vô tuyến lớn nhất thế giới, Arecibo, ở Puerto Rico, truyền đi vào năm 1974: trong ba phút, một thông điệp mã hóa

được gửi vào không gian, ngoài nhiều thứ khác, có một hình vẽ cấu trúc xoắn kép của DNA và một sơ đồ của kính thiên văn Arecibo. Điểm đến của thông điệp là đám sao cầu Messier 13, một tập hợp hình cầu gồm 300 ngàn ngôi sao liên kết với nhau bởi lực hấp dẫn. Người ta hy vọng làm như thế thông điệp sẽ tới được một lượng lớn người nghe ngoài Trái Đất cùng một lúc. Thông điệp vẫn đang tiến về phía đám sao này và sẽ chỉ đến được nó trong khoảng 25.000 năm nữa! Chúng ta cũng có thể lắng nghe thay vì gửi chai ra biển. Không gian có thể chứa đầy những thông điệp do các nền văn minh khác gửi tới. Vì thế người Trái Đất đã bắt đầu lắng nghe bầu trời thông qua một chương trình gọi là SETI (viết tắt của cụm từ Search for Extraterrestrial Intelligence – nghĩa là Tìm kiếm các trí tuệ ngoài Trái Đất). Các dây kính thiên văn vô tuyến được hướng tới hàng ngàn ngôi sao gần nhất giống như Mặt Trời và lắng nghe hàng triệu thậm chí hàng tỷ tần số cùng một lúc. Tất nhiên là máy tính sẽ có trách nhiệm “nghe”. Con người chỉ can thiệp khi, trong số các tín hiệu đến, có tín hiệu không bình thường. Hiện tại, mới chỉ có những báo động giả: không có tín hiệu đáng ngờ nào hé lộ là đến từ một trí tuệ ngoài trái đất. Không gian vẫn yên lặng một cách tuyệt vọng. Bất chấp sự im lặng tuyệt đối này, cuộc tìm kiếm vẫn tiếp tục. Một trò chơi rất bỏ công. Ngày nào mà, cuối cùng, sự im lặng bị phá

vỡ thì ngày đó sẽ đánh dấu một bước ngoặt lớn trong lịch sử nhân loại. Khi đó chúng ta sẽ biết rằng chúng ta không đơn độc trong vũ trụ, và ở một nơi nào đó có những sinh vật khác cũng có thể chiêm ngưỡng sự lộng lẫy và tổ chức tuyệt vời của vũ trụ.

Ngẫu nhiên hay tất yếu

Nên nghĩ thế nào về độ chính xác của cỗ máy đồng hồ đã cho phép xuất hiện sự sống và ý thức? Theo tôi, chúng ta có sự lựa chọn giữa ngẫu nhiên và tất yếu, theo lời của nhà sinh học người Pháp Jacques Monod. Những người lựa chọn ngẫu nhiên dựa vào lý thuyết “đa vũ trụ”, theo đó vũ trụ của chúng ta chỉ là một bong bóng nhỏ giữa vô số các bong bóng khác trong một siêu vũ trụ. Mỗi vũ trụ bong bóng này sẽ có một tổ hợp của các hằng số vật lý và các điều kiện ban đầu riêng; trong số đó, không vũ trụ nào có thể cưu mang sự sống có ý thức – vì không vũ trụ nào trong số đó có tổ hợp các hằng số vật lý và điều kiện ban đầu phù hợp – ngoại trừ vũ trụ của chúng ta, do ngẫu nhiên, nó có tổ hợp số trúng độc đắc. Hiện tại, khoa học không thể quyết định được ngẫu nhiên hay tất yếu. Chúng ta đành phải nhảy xuống nước và đánh cược, giống như Pascal thôi. Tôi hoàn toàn bác bỏ giả thuyết về ngẫu nhiên, vì tôi không thể tưởng tượng được tất cả vẻ đẹp, sự hài hòa và sự thống nhất của thế giới chỉ là kết quả của ngẫu

nhiên, nghĩa là trật tự và sự tổ chức của vũ trụ mà tôi cảm nhận qua kính thiên văn của mình sẽ không có ý nghĩa gì nữa sao. Hơn nữa, giả thuyết đa vũ trụ là không thể kiểm chứng được. Đưa ra sự tồn tại của vô số vũ trụ song song, hoàn toàn tách rời khỏi chúng ta và không thể tiếp cận được bằng quan sát, là điều vi phạm sự nhạy cảm khoa học của tôi. Nếu không được kiểm chứng bằng thực nghiệm, khoa học chỉ là siêu hình. Nhưng nếu chúng ta chấp nhận giả thuyết về một vũ trụ duy nhất, thì làm sao có thể giải thích được sự điều chỉnh chính xác đến kinh ngạc như thế của vũ trụ này? Tôi đặt cược cho sự tồn tại của một nguyên lý sáng thế chịu trách nhiệm cho sự điều chỉnh này. Nhưng hãy lưu ý! Nguyên lý này đối với tôi không phải là hóa thân của một vị thần có râu ria xồm xoàm. Đó là một nguyên lý phiếm thần được thể hiện trong chính các định luật của tự nhiên, như đã được Spinoza mô tả. Einstein đã bày tỏ quan điểm này như sau: “Dường như đối với tôi, ý tưởng về một Thượng Đế trong hình dạng con người là một quan niệm mà tôi không thể coi là nghiêm túc... Quan điểm của tôi gần gũi với Spinoza: sự ngưỡng mộ cái đẹp và niềm tin vào sự đơn giản hợp lý của trật tự và sự hài hòa mà chúng ta chỉ có thể nắm bắt được một cách khiêm nhường và không hoàn hảo.” Tôi hướng về phía trực giác này.

Tính hiệu quả đến phi lý của con người đối với sự nhận thức thế giới

Kính thiên văn tiếp tục thu thập ánh sáng tới từ thiên hà xa xôi. Máy tính cho tôi biết: Bốn mươi phút phơi sáng đã trôi qua. Trong hai mươi phút nữa, việc quan sát sẽ kết thúc. Quang phổ của thiên hà đã được ghi bởi detector điện tử, sau đó sẽ được hiển thị tự động trên màn hình. Kiến thức của tôi về quang phổ của các thiên hà xanh đặc sẽ cho phép tôi xác định các vạch phổ phát xạ và từ đó sẽ tiết lộ cho tôi biết thành phần hóa học của thiên hà. Chính nhờ cơ

— Định lý bất toàn

Cơ học lượng tử và lý thuyết hỗn độn đã đưa vào khoa học các khái niệm về sự bất định, không xác định và không thể tiên đoán được. Hơn nữa, định lý bất toàn của nhà toán học Kurt Gödel (1906-1978) cho chúng ta biết rằng hệ thống số học nhất quán và phi mâu thuẫn luôn chứa các mệnh đề “không thể quyết định được”, nghĩa là các mệnh đề toán học mà ta không bao giờ có thể biết được chúng là đúng hay sai. Điều này ngụ ý rằng tồn tại những giới hạn về kiến thức, ít nhất là trong toán học.

học lượng tử, lĩnh vực vật lý mô tả thế giới nguyên tử và hạ nguyên tử, mà tôi có thể giải thích được những vạch này. Tôi sẽ thấy rằng chúng bị dịch chuyển về phía đỏ, một hiệu ứng do sự giãn nở của vũ trụ, kết quả của Big Bang. Chuyển động giãn nở này được mô tả rất chính xác bởi thuyết tương đối rộng của Einstein. “Điều không thể hiểu được nhất chính lại là vũ trụ có thể hiểu được”, Einstein nói. Điều đáng kinh ngạc là bộ não của chúng ta có thể giải mã, ít nhất là một phần, mật mã của vũ trụ, và rằng chúng ta có thể tiến tới một sự hiểu biết ngày càng hoàn thiện hơn về thế giới.

Tại sao vũ trụ lại có thể hiểu được? Làm thế nào con người có thể hiểu rằng vũ trụ không phải chỉ là một chuỗi các sự kiện hoàn toàn rời rạc? Đối với những người tin tưởng thuyết Darwin, thì “tính hiệu quả đến phi lý” của con người trong việc tìm hiểu vũ trụ – bắt chước cách nói của nhà vật lý Eugene Wigner về “tính hiệu quả đến phi lý của toán học để mô tả thế giới” – đơn giản chỉ là kết quả của chọn lọc tự nhiên. Con người phải phát triển khả năng trí óc của mình để hiểu rõ hơn về thế giới, và thích nghi với môi trường của mình nếu không muốn bị biến mất. Tôi không đồng tình với ý kiến này, bởi vì không nên quên rằng chúng ta nắm bắt thế giới theo hai cách khác nhau: dựa trên giác quan, bản năng và trực tiếp, nhưng cũng còn dựa vào trí tuệ, chín chắn và ít trực

tiếp hơn. Tri giác rõ ràng là cần thiết cho sự sống còn của con người và đáp ứng nhu cầu sinh học: khi một vật lao về phía chúng ta, thay vì suy nghĩ và tính toán quỹ đạo của nó, chúng ta phản ứng ngay lập tức và theo bản năng để tránh nó. Cuộc đấu tranh cho sự sống còn không đòi hỏi kiến thức về định luật hấp dẫn, cũng như sự hiểu biết về vụ nổ lớn.

Tuy nhiên, con người lại có thể hiểu được vũ trụ và suy ngẫm về nó. Liệu khả năng hiểu biết thế giới của chúng ta phải chăng chỉ là kết quả của sự ngẫu nhiên may mắn trong quá trình tiến hóa của vũ trụ? Tôi không tin như thế. Nếu con người có khả năng suy nghĩ về thế giới, thì đó là bởi vì ý thức đã được “lập trình”, giống như vũ trụ đã được điều chỉnh một cách cực kỳ chính xác, ngay từ đầu, để cho phép sự sống xuất hiện. Sự xuất hiện của ý thức không chỉ là một sự ngẫu nhiên đơn giản trong thiên sử thi vĩ đại của vũ trụ. Mà nó là tất yếu, bởi vì vũ trụ chỉ có ý nghĩa nếu nó cưu mang một ý thức có khả năng nắm bắt tổ chức, vẻ đẹp và sự hài hòa của nó.

Liệu một ngày nào đó chúng ta có thể hiểu được mọi thứ về vũ trụ? Liệu chúng ta sẽ được tiết lộ toàn bộ thực tế vinh quang của nó? Tôi không nghĩ vậy. Khoa học tiến bộ đã phát hiện ra những giới hạn riêng của mình. Giai điệu sẽ vẫn còn là bí mật. Nhưng đó có phải là lý do để ta từ bỏ hành trình tiếp tục tìm hiểu vũ trụ hay không? Thực tế, con người sẽ

không bao giờ có thể thoát khỏi nhu cầu tìm hiểu thế giới của mình.

**Chúng ta sẽ không ngừng khám phá
Và điểm cuối của hành trình khám phá ấy
Sẽ là nơi chúng ta bắt đầu
Và nhận biết nơi này lần đầu tiên.**

T. S. Eliot,
Bốn khúc tử tấu

Khi Mặt Trời mọc

Hừng đông đang đến gần. Tôi chỉ còn một giờ trong bóng tối thực thụ. Kính thiên văn hướng tới thiên hà cuối cùng của đêm nay. Ánh sáng ban mai đầu tiên chẳng bao lâu nữa sẽ xuất hiện. Bầu trời sẽ dần dần sáng lên khi vòng quay của Trái Đất mang đài thiên văn về phía Mặt Trời. Đêm vẫn còn trong bóng tối hoàn toàn miễn là Mặt Trời ở dưới chân trời hơn 18 độ. Bình minh *thiên văn* sẽ bắt đầu ngay sau khi ngôi sao của chúng ta vượt qua giới hạn này. Khi chiếc đĩa Mặt Trời ở giữa -18 và -12 độ, bầu trời không còn hoàn toàn đen nữa. Mặc dù các tia sáng đầu tiên của bình minh vẫn chưa thể nhìn thấy được bằng mắt thường, nhưng lại dễ dàng phát hiện được bằng kính thiên văn. Theo mức độ Mặt Trời tiến dần tới đường chân trời, hàng ngàn điểm sáng lấp lánh trên bầu trời

sẽ bắt đầu dần “biến mất”, giống như những ngọn nến bị một cơn gió trên trời thổi tắt vậy. Tất nhiên, các ngôi sao không biến mất hay bị dập tắt: chúng vẫn tỏa sáng ở đó trên bầu trời. Chỉ có điều bây giờ bầu trời trở nên quá sáng, mắt thường hay kính thiên văn không thể phân biệt được các vật có độ sáng yếu. Và các thiên hà xanh đặc mà tôi thu thập ánh sáng lại ở rất xa và có độ sáng biểu kiến rất thấp. Ngay sau khi bình minh thiên văn xuất hiện, các kính thiên văn không còn phát hiện được chúng nữa. Tôi phải dừng các quan sát khoảng nửa giờ trước khi đĩa Mặt Trời đỏ rực xuất hiện phía trên đường chân trời để ánh sáng, quá chói, không làm hỏng các detector điện tử. Khi Mặt Trời vẫn ở dưới chân trời, nhưng bắt đầu từ góc 12 độ, thì ánh bình minh trở nên rõ ràng hơn đối với mắt thường, và các đường nét của cảnh quan bắt đầu hiện ra. Trên biển, đường chân trời trở nên hữu hình: đó là bình minh *trên biển*. Bóng tối của đêm lùi dần trước ánh sáng ban ngày và dần biến thành một màu xám đồng đều. Khi Mặt Trời thấp hơn 6 độ so với đường chân trời, các hành tinh và các ngôi sao sáng nhất vẫn còn có thể nhìn thấy được, nhưng ánh sáng đã đủ mạnh để con người bắt đầu hoạt động của mình mà không cần tới chiếu sáng nhân tạo. Đó là bình minh *dân sự*.

Trong không khí dần sáng rõ
còn giọt nước mắt này lấp lánh
hay ngọn lửa yếu ớt trong thủy tinh
khi giấc ngủ của những đỉnh núi
dâng lên một làn hơi vàng rực
Treo lơ lửng
Trên sự cân bằng của bình minh
Giữa những than hồng hứa hẹn
Và viên ngọc này biến mất.

Philippe Jaccottet,
Mặt Trăng lúc bình minh mùa hè

Bình minh là dấu hiệu kết thúc công việc quan sát ban đêm của tôi. Nhân viên vận hành “đưa kính thiên văn đi ngủ” và ra về nghỉ ngơi một vài giờ. Nhưng trước khi rời khỏi đỉnh núi, anh sẽ phải đóng khe của mái vòm, che gương của kính viễn vọng để bảo vệ nó, đặt kính thiên văn ở vị trí nghỉ, nghĩa là chỉ phương thẳng đứng, và tắt tất cả thiết bị điện tử không cần thiết. Đối với tôi, đó là thời gian để tổng kết các quan sát. Tôi đã có tổng cộng 11 thiên hà trong túi mình. Một đêm thật tuyệt vời, bầu trời êm ả và trong trẻo, kính thiên văn và các dụng cụ điện tử hoạt động hoàn hảo. Còn một điều nữa cần phải làm: gửi tất cả các dữ liệu tích lũy được đêm qua, ở dạng kỹ thuật số, tới máy tính của tôi ở Virginia. Chúng sẽ

chờ đợi ở đó, an toàn, cho tới khi tôi trở lại trường và có thể phân tích chúng một cách sâu hơn.

Tôi rời mái vòm để tìm lại ánh sáng ban ngày. Sau bóng tối của đêm, độ sáng của bầu trời khiến tôi lóa mắt. Từ xa, Mặt Trời vừa mới xuất hiện phía trên lớp mây. Đĩa của nó không hoàn toàn tròn vì hiệu ứng khúc xạ của ánh sáng Mặt Trời qua bầu khí quyển. Những tia nắng đầu tiên vượt ve mặt tôi. Chúng sẽ dần dần làm tiêu tan cái lạnh của đêm. Ánh sáng vàng từ ngôi sao của chúng ta chơi trốn tìm với vô số những đám mây trên đường đi của nó. Đôi mắt của tôi thích nghi dần. Sau màu đen đồng nhất của đêm, một thế giới đầy màu sắc lại xuất hiện. Khi Mặt Trời nhô lên đường chân trời, bầu trời chuyển từ màu đen sang màu xám, rồi sau đó cho phép những màu vàng và đỏ xuyên qua. Vàng sáng và màu cam bùng nổ ở phía đông, nơi mà đĩa Mặt Trời đang nổi lên. Những vệt lửa đỏ rực, màu đỏ nhạt, cam đỏ, săn đuổi màu xanh đậm của bình minh. Một màn trình diễn nhiều màu sắc khiến tôi ngộp thở. Tôi cảm thấy trên khuôn mặt của mình sự âu yếm của không khí trong lành và vẻ đẹp tĩnh lặng của Mặt Trời đi qua chân trời, nổi lên trên những đám mây.

— Bình minh (Aube)

Từ tiếng Latin *alba, albus* nghĩa là “trắng”.

1. Ánh sáng đầu tiên của Mặt Trời mọc, bắt đầu làm trắng đường chân trời.


2. Nghĩa bóng. Bắt đầu. Ánh sáng hồng nhật sau bình minh và trước khi Mặt Trời mọc. Cực quang: hồ quang sáng (dòng các electron Mặt Trời) xuất hiện ở các vùng cực của bầu khí quyển.

Từ điển Robert

Thời gian của bình minh, được định nghĩa là khoảng thời gian khi Mặt Trời ở 18 độ dưới chân trời và khi nó xuất hiện phía trên đường chân trời, phụ thuộc vào vĩ độ của người quan sát. Ở vĩ độ 19,8 độ của Mauna Kea, nó kéo dài khoảng 25 phút. Ở Ecuador, nó chỉ kéo dài vài phút, trong khi ở các vùng cực, bình minh có thể kéo dài vài giờ, hoặc trong trường hợp của một đêm 24 giờ vào mùa đông hoặc một ngày 24 giờ vào mùa hè, bình minh có thể không xuất hiện.

Tôi rời khỏi đỉnh Mauna Kea và trở về ký túc xá Hale Pohaku để ăn sáng và ngủ một vài giờ. Đêm tiếp theo dường như cũng có dấu hiệu tốt đẹp: các báo cáo thời tiết vẫn thông báo thời tiết đẹp. Tối nay, sau bữa tối, tôi sẽ tiếp tục trở lại đỉnh núi lửa đã dừng hoạt động này. Một lần nữa tôi sẽ lại thực hiện một cuộc hành hương trong bóng tối của màn đêm. Một đêm nữa.





Tự thoại

Đêm cũng là thời gian của những điều huyền bí

Chắc bởi vì rằng đêm khơi gợi sự tĩnh lặng, nhập định, suy ngẫm, nó kêu gọi sự vượt thoát khỏi bản thân, sự siêu việt, rằng nó được mệnh danh là Thượng đế, là Thiên nhiên, là Vũ trụ, là Cái đẹp. Nó mở đường cho sự kiện huyền bí, sự kiện đánh dấu một điểm không thể quay lại, một cú sét đánh.

**Đêm tối là uy lực của
Thượng đế tác động đến
linh hồn, giải thoát nó
khỏi sự vô minh và những
khiếm khuyết thường nhật,
tự nhiên và tâm linh. Những
người chiêm niệm gọi nó
là sự nhập định thiên phú,
hay thần học huyền bí,
và Thượng đế đã bí mật
dạy dỗ linh hồn và
hoàn thiện nó bằng
tình yêu của Ngài.**

Saint Jean de la Croix,
Đêm tối



Giotto, *Lịch sử cuộc đời của thánh Francois d'Assise* (trích)



Paul Gauguin, *Chúa Jesus trong vườn ô liu*

Sau đó, Đức Jesus và các môn đệ đến một nơi kia, được gọi là Gethsemane, Người nói với họ rằng: “Anh em hãy ngồi đây, trong khi Thầy cầu nguyện.”

Rồi Người đem theo Peter, James và John, và Người bắt đầu cảm thấy sợ hãi và sầu não. Người nói với ba ông rằng: “Tâm hồn Thầy buồn đến chết mất; anh em hãy ở đây và canh thức.”

Mark, 14, 32-42

Đêm cuối cùng của Chúa Jesus

**Em có một nhu cầu
khủng khiếp –
em muốn nói từ này –
đó là tôn giáo,
khi em đi ra ngoài
vào ban đêm để vẽ
các vì sao.**

Vincent Van Gogh,

*Thư viết cho anh trai, Theo,
ngày 29 tháng 9 năm 1888*





Vincent Van Gogh, *Đêm sao trên sông Rhône*

Đêm không bao giờ
trộn vện. Luôn luôn
có ở đó, bởi vì tôi nói,
bởi vì tôi khẳng định,
vào cuối nỗi buồn,
một cửa sổ mở,
một cửa sổ được
chiếu sáng.

Luôn luôn có một
giấc mơ túc trực,
mong muốn để lấp đầy,
cơ đôi cần đáp ứng,
một trái tim hào phóng,
một cánh tay đưa ra,
một cánh tay dang rộng,
một đôi mắt chăm chú,
một cuộc sống:
cuộc sống để chia sẻ.


Paul Éluard,
Đêm không bao giờ trọn vẹn

**Liệu còn biết làm gì, ngoài việc
chúc mọi người và chính mình “ngủ ngon”,
tức là có một đêm bình an?**

Michaël Fœssel,
Đêm. Sống không nhân chứng

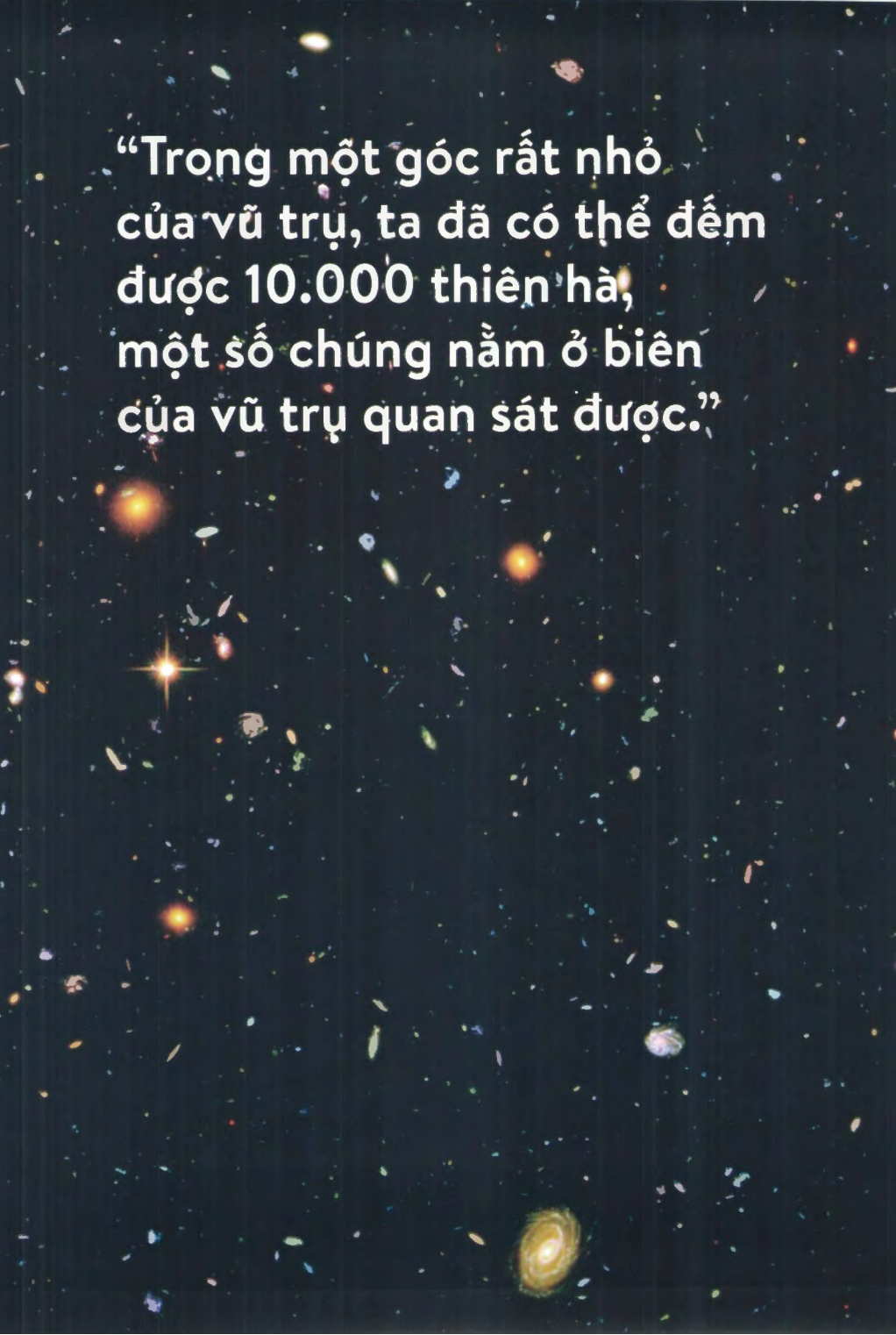


Edward Robert Hugues, Năng Đêm

A deep-field astronomical image showing a vast field of galaxies and distant stars against a black background. The galaxies are of various shapes and sizes, some appearing as bright, glowing clouds, while others are more distant and appear as small, faint points of light. The colors range from bright yellow and orange to deep red and blue, indicating different temperatures and compositions. The overall effect is a sense of immense scale and the vastness of the universe.

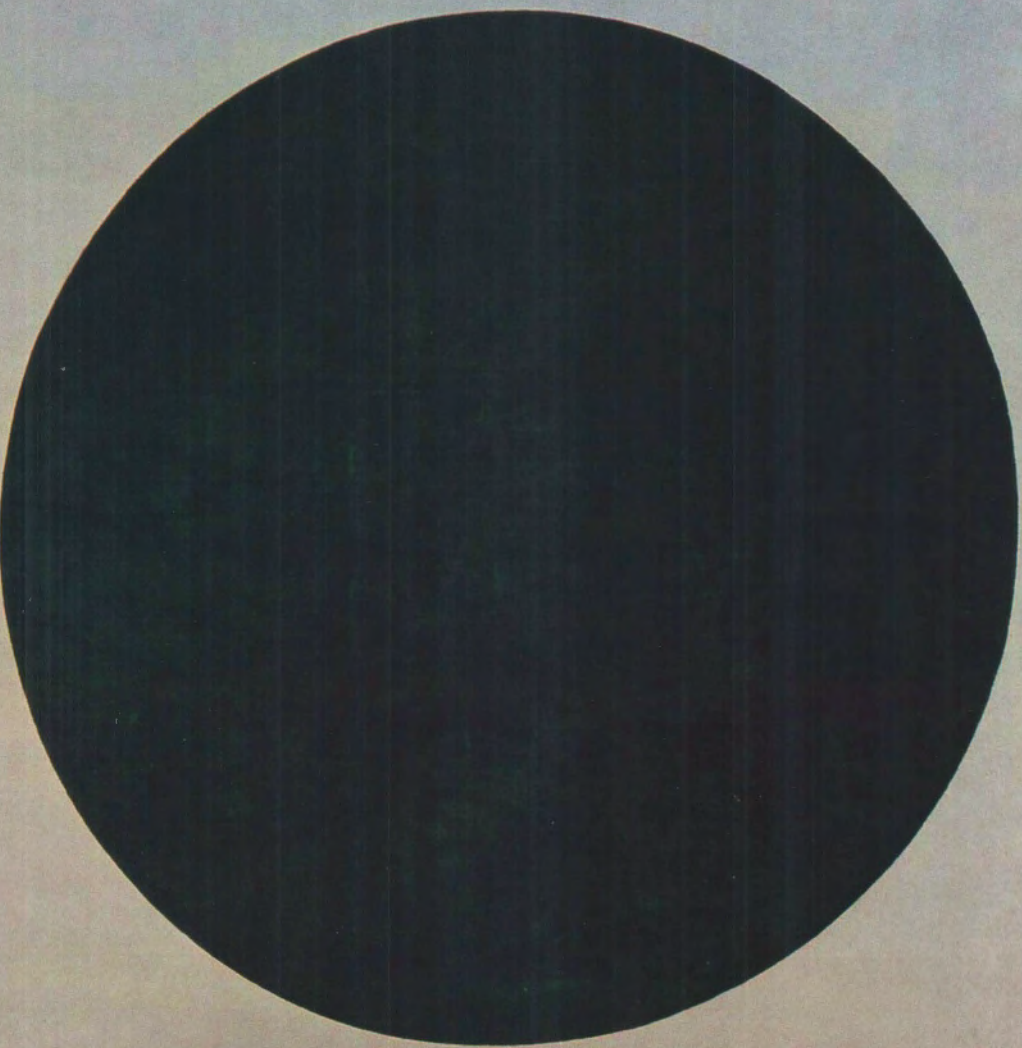
Chiều sâu vũ trụ nhìn qua kính không gian Hubble

**“Trong một góc rất nhỏ
của vũ trụ, ta đã có thể đếm
được 10.000 thiên hà,
một số chúng nằm ở biên
của vũ trụ quan sát được.”**

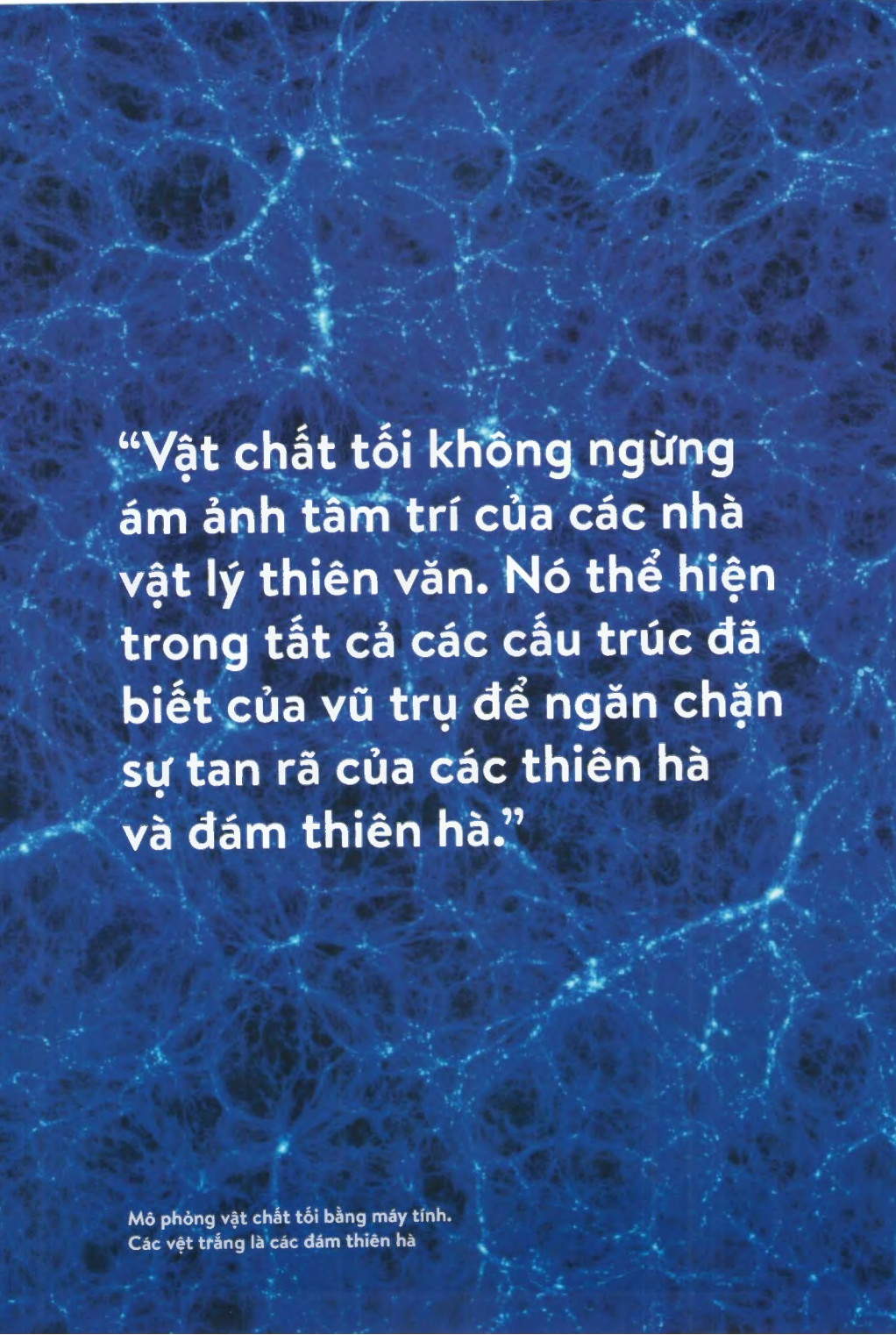




Dám sao cầu Messier 92 là một trong những đám sao sáng nhất trong dải Ngân Hà. Có tới 150 đám sao cầu đã được tìm thấy trong thiên hà của chúng ta.



**Kasimir Malevitch, Vòng tròn đen
(Năng lượng tối)**

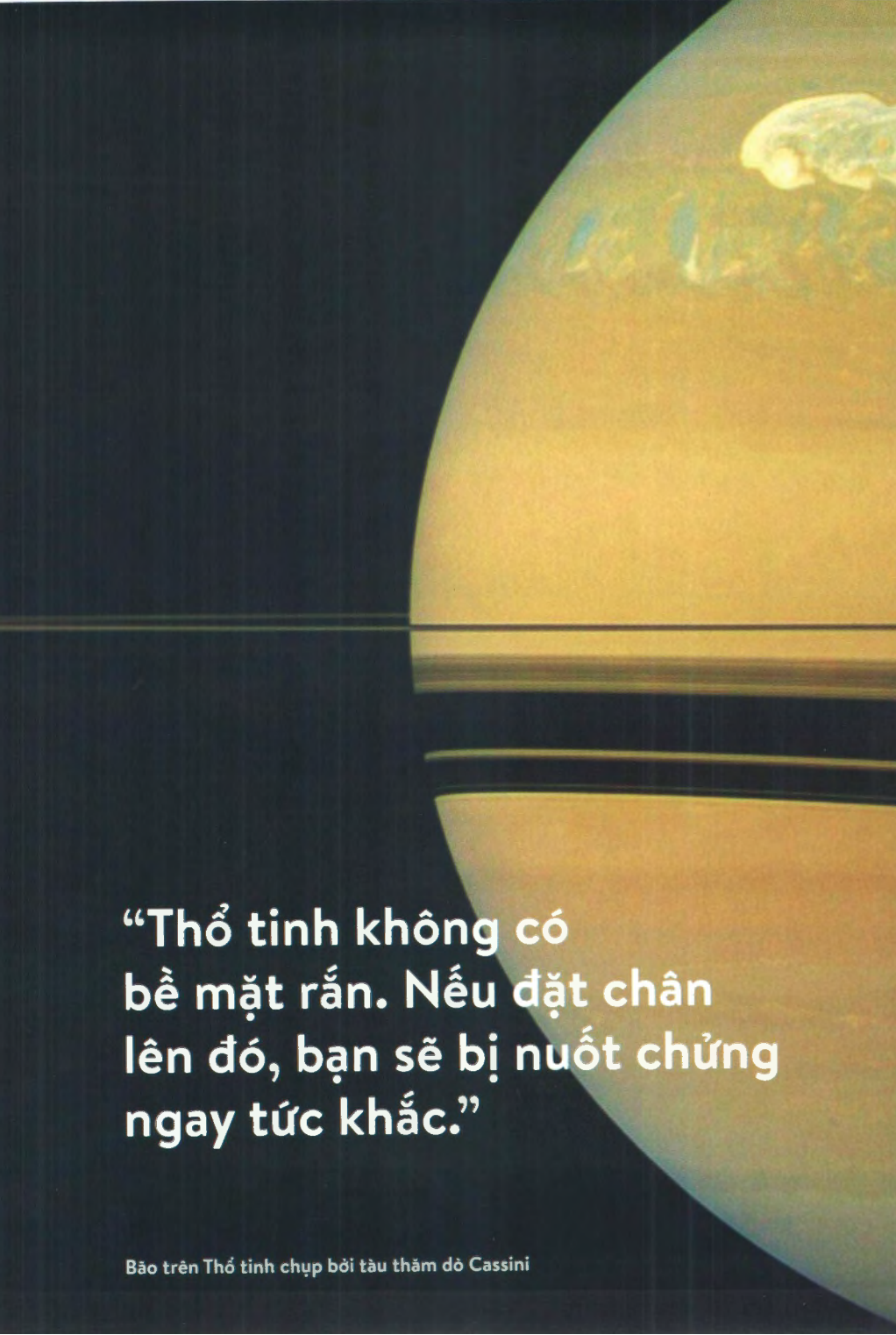


**“Vật chất tối không ngừng
ám ảnh tâm trí của các nhà
vật lý thiên văn. Nó thể hiện
trong tất cả các cấu trúc đã
biết của vũ trụ để ngăn chặn
sự tan rã của các thiên hà
và đám thiên hà.”**

Mô phỏng vật chất tối bằng máy tính.
Các vệt trắng là các đám thiên hà



René Magritte,
Mười sáu tháng chín
(Con người đối với sự
nhận thức thế giới)



**“Thổ tinh không có
bề mặt rắn. Nếu đặt chân
lên đó, bạn sẽ bị nuốt chửng
ngay tức khắc.”**

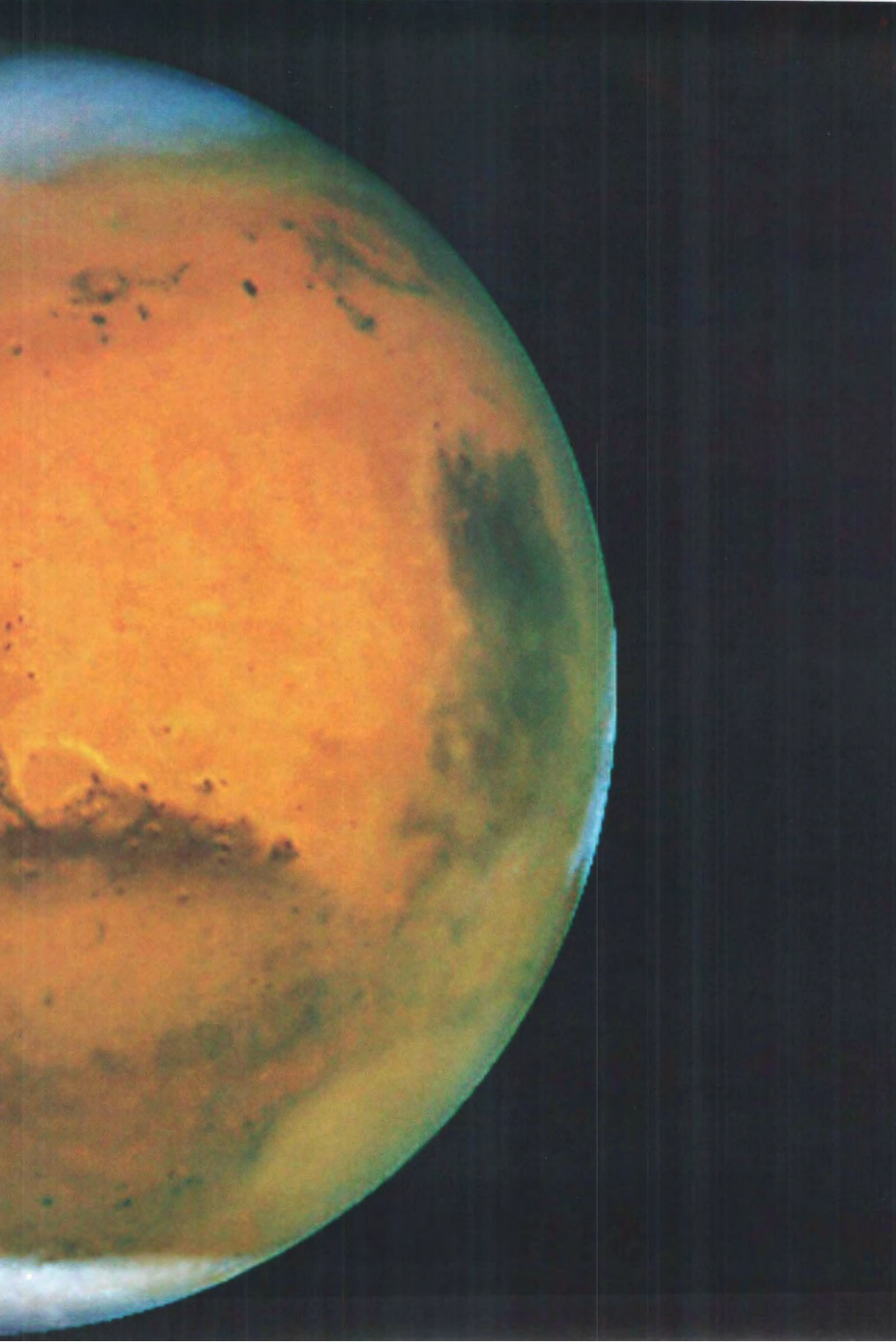
Bão trên Thổ tinh chụp bởi tàu thăm dò Cassini



**“Từ lâu, người ta đã
nghĩ rằng Hỏa tinh là
một hành tinh khác
có thể có sự sống.”**

Hỏa tinh được chụp bởi Kính thiên văn
không gian Hubble. Có thể thấy rõ băng
được tạo từ nước và CO_2 ở hai cực của hành tinh đó.

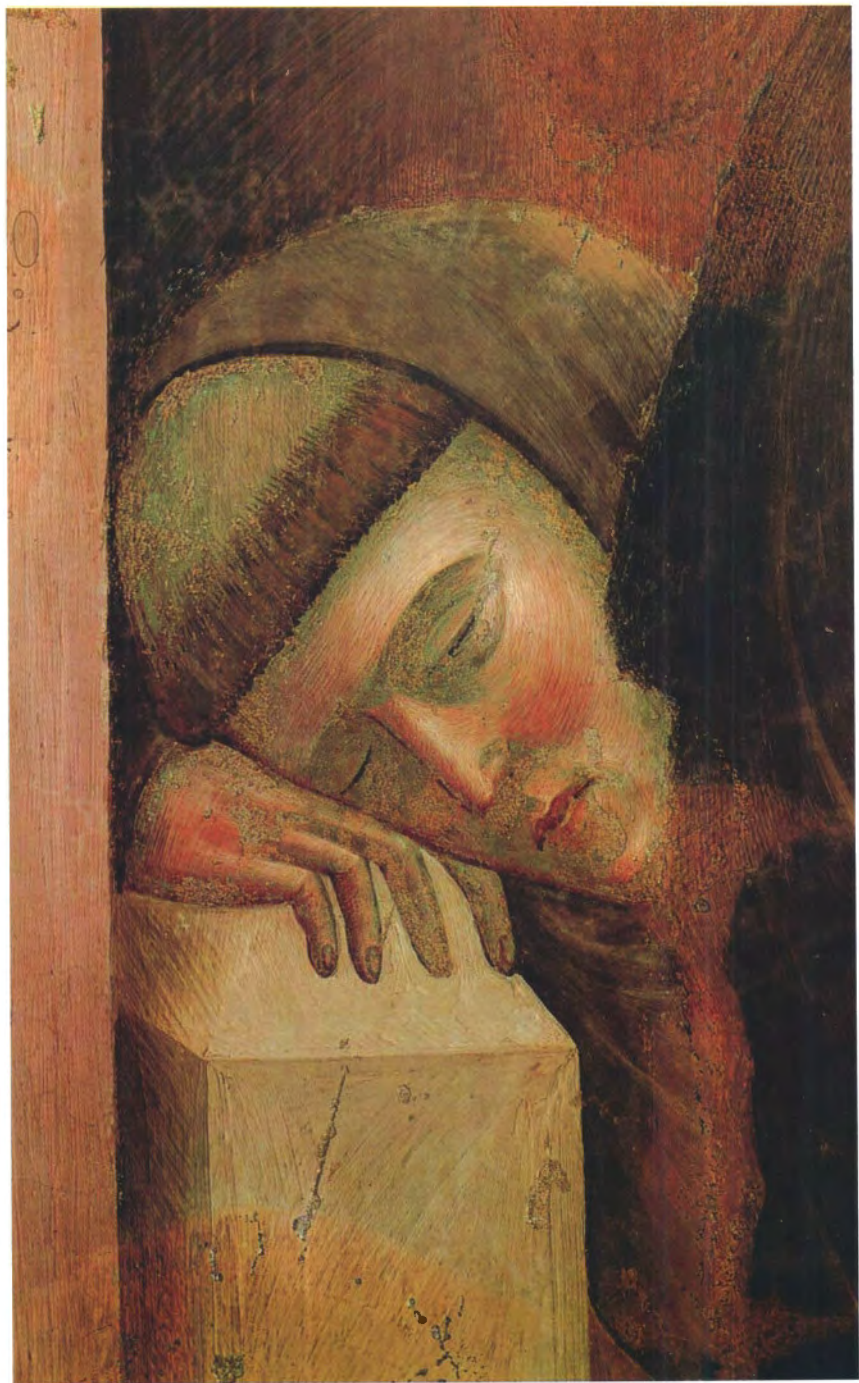






William Turner, *Inverary Pier, Loch Fyne, buổi sáng*
(Khi Mặt Trời mọc)

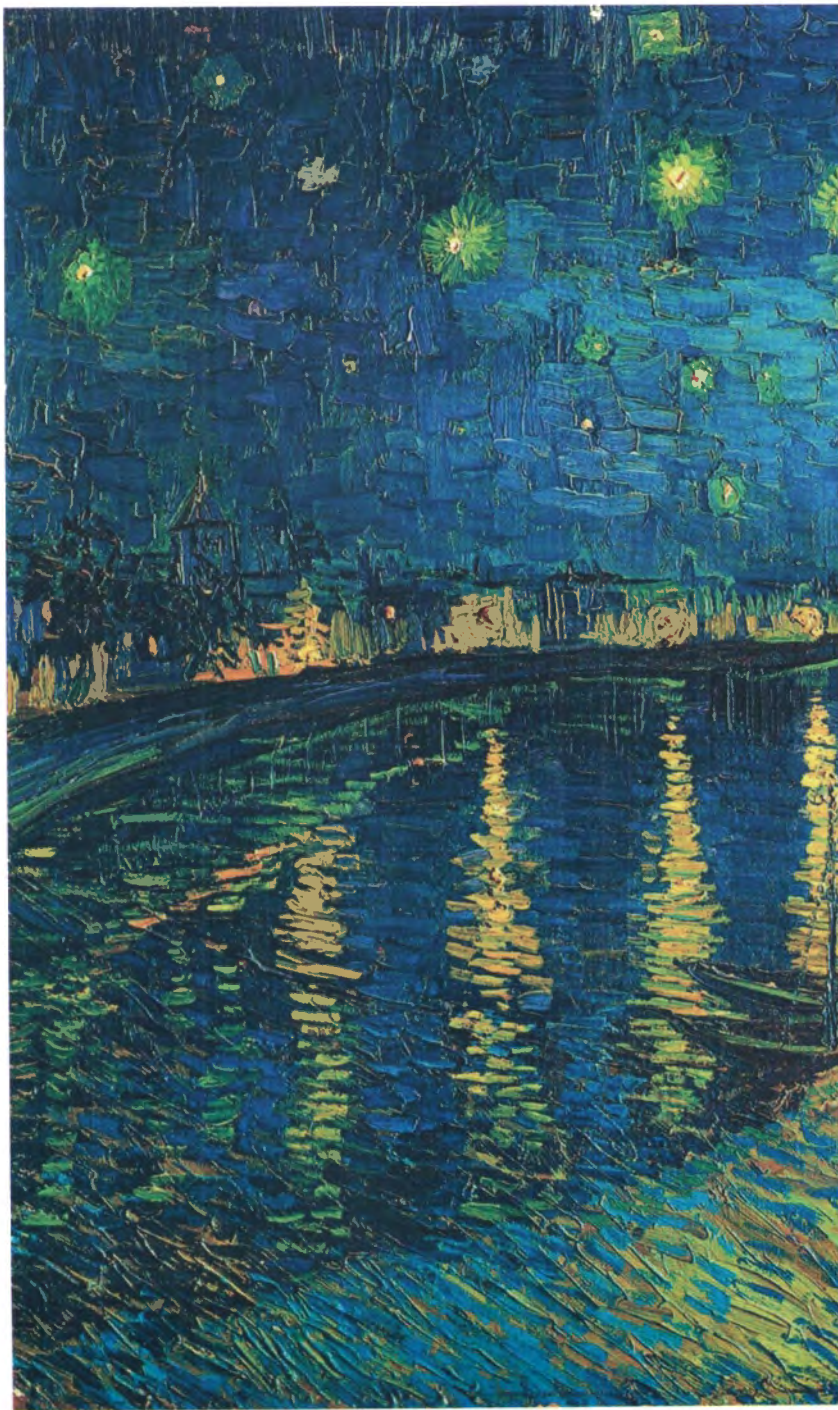




Giotto, *Lịch sử cuộc đời của thánh Francois d'Assise* (trích)



Paul Gauguin, *Chúa Jesus trong vườn ô liu*

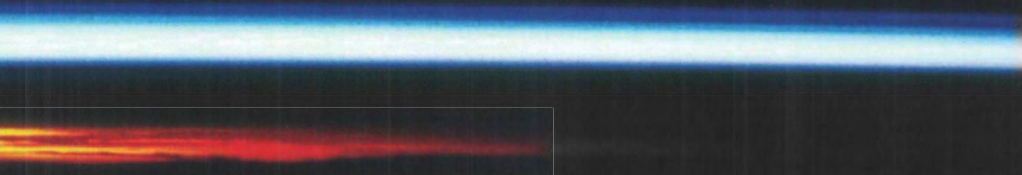


Vincent Van Gogh, *Đêm sao trên sông Rhône*





Mặt Trời mọc nhìn từ không gian





**Claude Monet, Sông Seine gần Vernon, hiệu ứng buổi sáng
(Khi Mặt Trời mọc)**

Lời cảm ơn

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn của tôi với Sophie de Sivry, người đã khích lệ tôi suy ngẫm về chủ đề Đêm. Bà có cảm nhận trực giác rằng với chủ đề này, khoa học, nghệ thuật, thơ ca và cái đẹp có thể kết hợp để tạo ra một cuốn sách thích thú cả cho đôi mắt và tâm hồn. Và bà đã không nhầm.

Tôi cũng xin cảm ơn Hélène de Virieu vì lòng kiên nhẫn và công việc không thể thiếu của bà để theo dõi các tác phẩm hội họa và thơ ca chen giữa chính văn và bổ trợ cho nó một cách tuyệt vời.

Cảm ơn cả hai người vì những lời khuyên luôn luôn khôn ngoan, vì con mắt và sự nhạy cảm của mình.

Mục lục

1 –

Khi màn đêm buông xuống 9

- 13** Bên trên những đám mây
- 15** Một đêm đẹp trời
- 16** Ánh sáng kết nối chúng ta với vũ trụ
- 22** Ánh sáng vô hình
- 24** Đôi mắt được vệ tinh hóa
- 25** Mặt Trời lặn
- 28** Sự biến hóa của sắc màu
- 29** Ánh sáng xanh
- 31** Mặt Trăng: vì tinh tú của đêm
và con gái của Trái Đất
- 35** Một vệ tinh lý tưởng
- 36** Sự tương tác tinh tế của cặp đôi Trái Đất-Mặt Trăng
- 38** Thủy triều
- 40** Lời kể của ốc anh vũ
- 44** Đêm giữa ban ngày
- 48** Mặt Trăng dưới bóng của Trái Đất
- 49** Kim tinh
- 52** Mộc tinh, chúa tể các hành tinh
- 57** **Tự thoải:** Đêm cũng là thời gian của tình nhân

2-

Giữa màn đêm 65

- 69** Phổ ánh sáng
- 70** Thiên đình
- 73** Những vệt sáng trên bầu trời
- 74** Mưa thiên giới
- 75** Những nhân chứng câm lặng
- 76** Kho chứa các tiểu hành tinh
- 78** Đám mây sao chổi
- 80** Những hố thiên thạch hình phễu
- 82** Đêm trường mùa đông và
sự biến mất của khủng long
- 84** Những va chạm ngẫu nhiên
- 85** Các chòm sao, lịch của người xưa
- 86** Chòm sao Đại Hùng/ Bắc Đẩu
- 89** Mười hai cung Hoàng Đạo
- 90** Polaris, ngôi sao phương bắc
- 92** Dải Ngân Hà
- 96** Sắc màu của đêm
- 99** Tế bào hình nón và hình que
- 101** Vẽ bầu trời sao

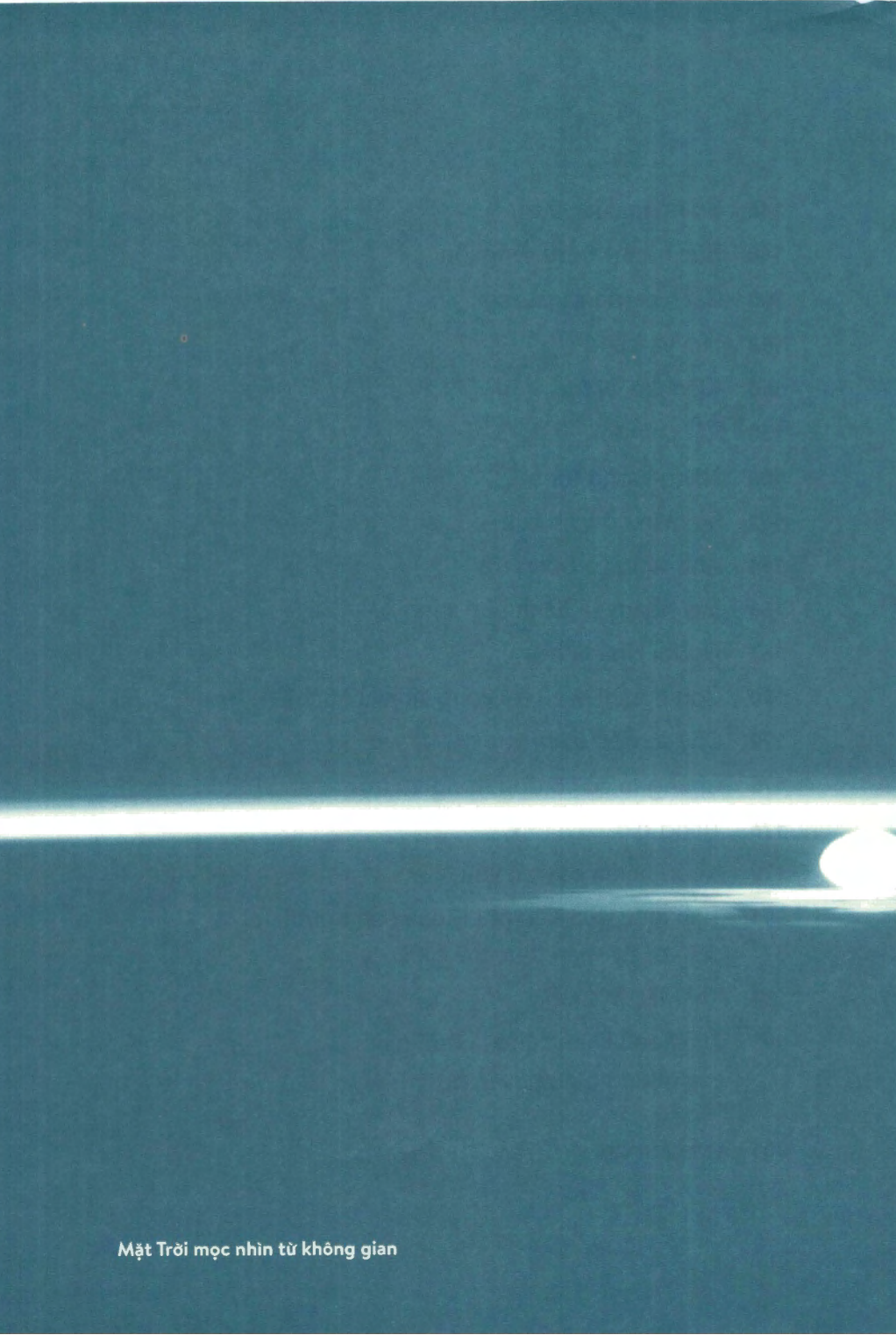
- 102 Những mối đe dọa của đêm tối
- 105 Tiếng bom
- 106 Chiếu sáng màn đêm
- 107 Ánh sáng nhân tạo
- 109 Khu bảo tồn trời sao
- 112 Động vật hoang dã và thực vật sống về đêm
- 115 Sự tĩnh lặng của đêm
- 118 Tất cả đều là hậu duệ của các vì sao
- 120 Con lắc Foucault
- 121 Mỗi bộ phận mang trong mình cái toàn thể
- 123 Hạnh phúc của chúng ta phụ thuộc vào hạnh phúc của người khác
- 126 Sự vô thường của thế giới
- 128 Các hạt và neutrino
- 130 Minh triết Phật giáo
- 133 **Tự thoại:** Đêm cũng là thời gian của sợ hãi

3—

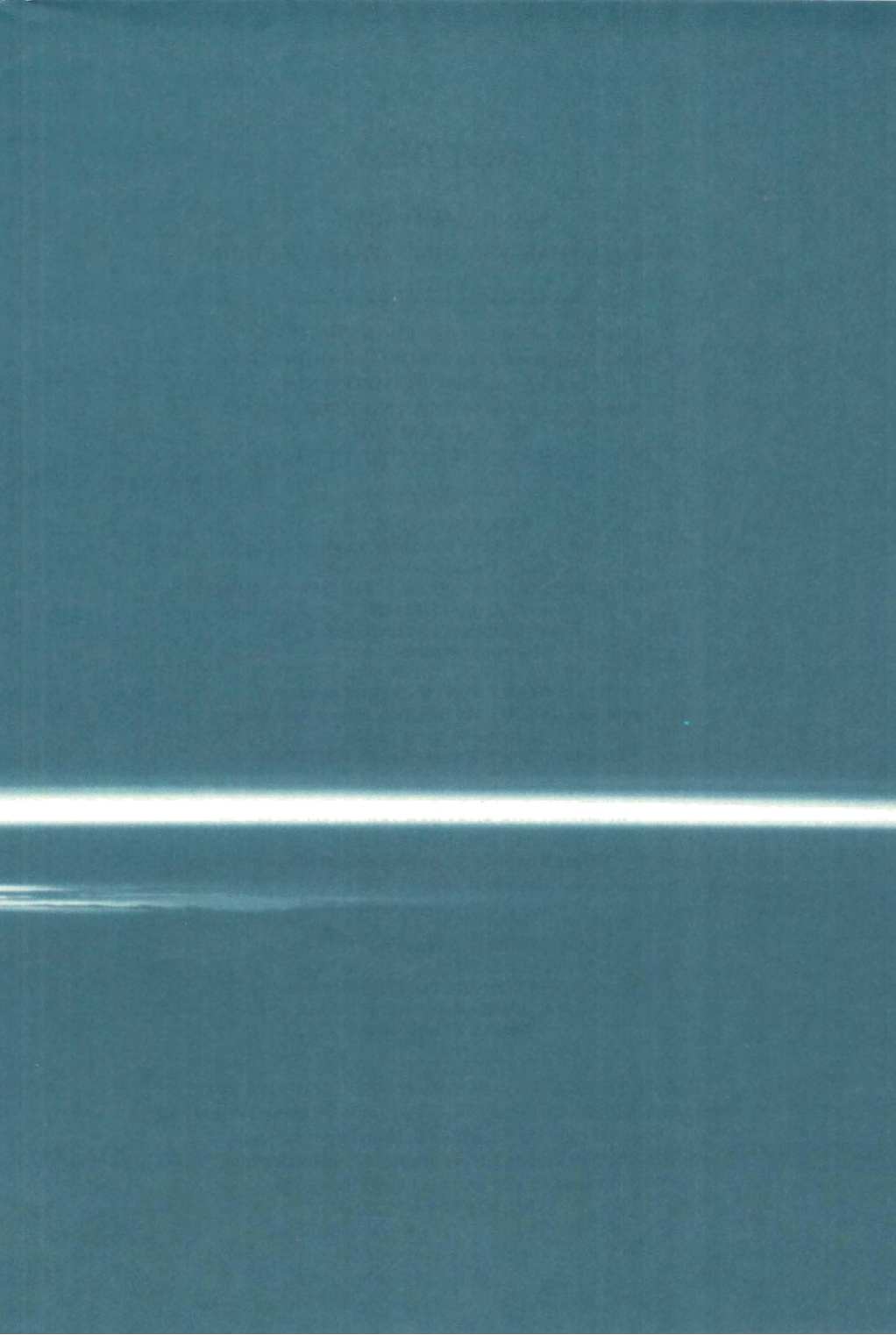
Tàn đêm 141

- 143 Tại sao đêm lại đen?
- 144 Kepler

- 146 Số phận của vũ trụ
- 148 Bức tranh vũ trụ rộng lớn
- 150 Bánh crêpe và các sợi
- 152 Lửa và băng
- 156 Kiểm kê vũ trụ
- 158 Vật chất tối
- 160 Năng lượng tối
- 162 Sự giãn nở vĩnh cửu
- 164 Ánh sáng và bóng tối
- 166 Suy ngẫm về hành tinh xanh
- 167 Người Hỏa tinh
- 170 Con người và vũ trụ cộng sinh chặt chẽ
- 172 Dây số độc đặc
- 175 Chúng ta có cô đơn trong vũ trụ?
- 176 Tiếng gió
- 179 Ngẫu nhiên hay tất yếu
- 181 Tính hiệu quả đến phi lý của con người
đối với sự nhận thức thế giới
- 184 Khi Mặt Trời mọc
- 191 **Tự thoại:** Đêm cũng là thời gian
của những điều huyền bí
- 201 Lời cảm ơn



Mặt Trời mọc nhìn từ không gian



MỘT ĐÊM

TRỊNH XUÂN THUẬN

Người dịch: PHẠM VĂN THIỀU - PHẠM VIỆT HÙNG

Chịu trách nhiệm xuất bản: PHAN THỊ THU HÀ
Chịu trách nhiệm nội dung: DƯƠNG THÀNH TRUYỀN
Phụ trách bản thảo: VŨ THỊ THU NHI
Biên tập và sửa bản in: TRẦN NGỌC NGÂN HÀ
Bìa: CAO LÂM ANH
Trình bày: NGUYỄN THỊ TUYẾT VÂN

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

Địa chỉ: 161B Lý Chính Thắng, Phường 7,
Quận 3, Thành phố Hồ Chí Minh
Điện thoại: (028) 39316289 - 39316211 - 39317849 - 38465596
Fax: (028) 38437450
E-mail: hophubandoc@nxbtre.com.vn
Website: www.nxbtre.com.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN TRẺ TẠI HÀ NỘI

Địa chỉ: Số 21, dãy A11, khu Đầm Trấu, Phường Bạch Đằng,
Quận Hai Bà Trưng, Hà Nội
Điện thoại: (024) 37734544 - Fax: (024) 35123395
E-mail: chinhanhanoi@nxbtre.com.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN TRẺ TẠI ĐÀ NẴNG

Địa chỉ: 280D Trưng Nữ Vương,
Phường Bình Thuận, Quận Hải Châu, Đà Nẵng
Điện thoại: (023) 63539885
E-mail: chinhanhdanang@nxbtre.com.vn

Công ty TNHH Sách điện tử Trẻ (YBOOK)

161B Lý Chính Thắng, P.7, Q.3, Tp. HCM
ĐT: (028) 35261001 – Fax: (028) 38437450
Email: info@ybook.vn
Website: www.ybook.vn

Khổ: 14,3 cm x 20,3 cm, số: 3103-2019/CXBIPH/104-165/Tre
Quyết định xuất bản số 1335/QĐA-NXBT, ngày 31 tháng 12 năm 2019
In 3.000 cuốn, tại Xí nghiệp In Nguyễn Minh Hoàng
Địa chỉ: 510 Trường Chinh, phường 13, quận Tân Bình
In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2020
ISBN: 978-604-1-15227-4



PHẠM VĂN THIỀU

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

Nhà vật lý lý thuyết và dịch giả nổi tiếng về sách phổ biến khoa học. Cùng với Cao Chi, qua bản dịch

Lược sử thời gian, ông đã mở ra một trào lưu mới về sách phổ biến khoa học cao cấp, mang đậm chất văn học.

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

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



PHẠM VIỆT HƯNG

Sinh năm 1978 tại Nam Định. Tốt nghiệp Đại học Bách Khoa Hà Nội (2000), Đại học Điện (SUPERLEC) Paris (2002).

Hiện công tác tại Sở Chứng Khoán Hà Nội. Bút danh khác Phạm Nguyễn Việt Hưng.

Các sách đã dịch: *Vũ trụ và Hoa sen*, *Đối mặt với vũ trụ*, *Khát vọng tới cái vô hạn đều* của tác giả Trịnh Xuân Thuận.

Một đêm trên Thái Bình Dương, cái vô hạn trong tầm tay bạn.

Từ hoàng hôn đến bình minh, nhà vật lý thiên văn Trinh Xuân Thuận đã khám phá vũ trụ và đặt câu hỏi về nó. Từ đài thiên văn Mauna Kea, ở độ cao 4000 m, ông chiêm ngắm thế giới xa xôi, phân tích các thiên hà, quay trở lại hàng tỷ năm để tìm ra nguồn gốc của vũ trụ và bí ẩn của vật chất tối.

Một câu chuyện quyến rũ được kể bằng ngôn ngữ rất riêng. Không chỉ quan sát, thấu hiểu mà còn cảm nhận, màn đêm mang trong mình vẻ đẹp của thế giới và sự mong manh của nó. Và hãy nhớ rằng, với các nhà thơ và nghệ nhân, đêm đen cũng là thời gian của những nỗi sợ hãi, giấc mơ và tình yêu.

Cuốn sách là một cuộc hành trình kỳ lạ mang đậm phong cách cá nhân, và rồi lập tức chuyển hướng đến các vì sao và bí ẩn vô tận của chúng. Không thể cưỡng lại!



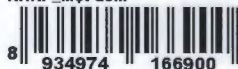
SỐ SERI: AL 212810

ISBN 978-604-1-15227-4



9 786041 152274

KHKP_Một đêm



8 934974 166900

Giá: 150.000 đ