

"CÀ PHÊ" TRÊN SỐ HỎA

TEDBooks

STEPHEN PETRANEK

Phương Anh dịch

TEDBooks

Nhà xuất bản Lao động

175 Giảng Võ - Đống Đa - Hà Nội

Tel: (024) 3851 5380

Fax: (024) 3851 5381

Website: www.nxblaodong.com.vn

Công ty Cổ phần Sách Thái Hà

119 C5 Tô Hiệu - Cầu Giấy - Hà Nội

Tel: (024) 3793 0480

Fax: (024) 6287 3238

Website: www.thaihabooks.com

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc - Tổng biên tập: Võ Thị Kim Thanh

Biên tập: Lê Thị Hằng

Sửa bản in: Chickn

Trình bày: Thu Hiền

Thiết kế bìa: Ngọc Mai

HOW WE'LL LIVE ON MARS

Copyright © 2015 by Stephen Petranek

All rights reserved.

Bản quyền tiếng Việt © 2017, Công ty Cổ phần Sách Thái Hà

Published by arrangement with the original publisher, TED Books/Simon & Schuster, Inc.

Cuốn sách được xuất bản theo hợp đồng bản quyền giữa TED Books/Simon & Schuster, Inc và Công ty Cổ phần Sách Thái Hà.

Không phần nào trong cuốn sách này được sao chép hoặc chuyển sang bất cứ dạng thức hoặc phương tiện nào, dù là điện tử, in ấn, ghi âm hay bất cứ hệ thống phục hồi và lưu trữ thông tin nào nếu không có sự cho phép bằng văn bản của Công ty Cổ phần Sách Thái Hà.

Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam

Petranek, Stephen L.

“Cà phê” trên sao Hỏa / Stephen L. Petranek ; Phương Anh dịch. In lần 2 ; - H. : Lao động ; Công ty Sách Thái Hà, 2017. - 140tr. ; 19cm

Tên sách tiếng Anh: How we'll live on Mars

ISBN: 978-604-59-7861-0

1. Khoa học không gian 2. Thên văn học 3. Sao Hỏa 4. Kỹ thuật môi trường

620.419 - dc23

LDF0124p-CIP

In 2.000 cuốn, khổ 13x19 cm. In tại Công ty TNHH In Thanh Bình, địa chỉ: 432, K2 phường Cầu Diễn, quận Nam Từ Liêm, Hà Nội. Số đăng ký KHXB: 898-2017/CXBIPH/09-55/LĐ. Quyết định xuất bản số: 757/QĐ-NXBLĐ cấp ngày 25/7/2017. In xong và nộp lưu chiểu năm 2017.

"CÀ PHÊ" TRÊN SẼO HỎA

(In lần 2)

TEDBooks



NHÀ XUẤT BẢN
LAO ĐỘNG



THAIBOOKS
Phụng sự để dẫn đầu



STEPHEN PETRANEK

Phương Anh dịch

“Tôi muốn người Mỹ dành chiến thắng cuộc đua khám phá giúp tạo ra những công ăn việc làm mới... vươn ra khỏi Hệ Mặt Trời, không chỉ để ghé thăm mà còn để định cư ở đó. Tháng trước, chúng ta đã phóng một tàu vũ trụ mới như một phần trong chương trình tái cấu trúc không gian nhằm đưa các phi hành gia người Mỹ lên Sao Hỏa.”

Trích “Thông điệp liên bang”
của Tổng thống Barack Obama,

Ngày 20 tháng 1 năm 2015

MỤC LỤC

<i>Giới thiệu</i>	11
CHƯƠNG 1: Das Marsprojekt	21
CHƯƠNG 2: Cuộc chạy đua vĩ đại vào vũ trụ trong khu vực tư nhân	35
CHƯƠNG 3: Tên lửa thật khó lường	43
CHƯƠNG 4: Những câu hỏi lớn	51
CHƯƠNG 5: Tinh kinh tế của Sao Hỏa	57
CHƯƠNG 6: Sống trên Sao Hỏa	71
CHƯƠNG 7: Thay đổi Sao Hỏa theo hình ảnh của Trái Đất	95
CHƯƠNG 8: Cơ sở vàng tiếp theo	117
CHƯƠNG 9: Đường biên giới cuối cùng	125
<i>Lời cảm ơn</i>	129
<i>Nguồn ảnh theo thứ tự</i>	130
<i>Các thông tin liên quan</i>	132

"CÀ PHÊ" TRÊN SAO HỎA

GIỚI THIỆU

Ước mơ

Viễn cảnh:

Năm 2027, hai tàu vũ trụ kiểu dáng hiện đại mang tên *Raptor 1* và *Raptor 2* cuối cùng đã đến được Sao Hỏa, tiến vào quỹ đạo sau chuyến hành trình gian nan dài 243 ngày. Khi *Raptor 1* đáp xuống bề mặt Sao Hỏa, ước tính có khoảng 50% người dân trên Trái Đất đang dõi theo sự kiện, một số xem qua màn hình LCD khổng lồ ngoài trời. Tại giao điểm giữa quỹ đạo của Trái Đất và Sao Hỏa, tín hiệu phải mất khoảng 20 phút để truyền về hành tinh mẹ nên khán giả ở Trái Đất sẽ nhận thấy sự chênh lệch kì lạ về thời gian và không gian. Khi đáp xuống bề mặt Sao Hỏa, bốn phi hành gia trên tàu có thể chết bất cứ lúc nào nếu sai sót xảy ra.

Gần một thập kỷ mong chờ cuối cùng đã tới thời khắc này: Con tàu vũ trụ từ từ đáp xuống bề mặt Sao Hỏa trong khi gió do phanh tên lửa tạo ra cuốn lớp bụi đỏ bay tung lên. Mọi khán giả trên Trái Đất đều

nóng lòng chờ đợi khi phát thanh viên nhắc họ nhớ lại buổi họp báo diễn ra nhiều năm trước – buổi họp đã gây chấn động thế giới, khiến Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ NASA phải bối rối và cách thời điểm thử nghiệm tàu vũ trụ lên Sao Hỏa có người lái ít nhất hai năm. Ngày đó, công ty đứng sau những nỗ lực tư nhân vươn tới Sao Hỏa đã tiết lộ rằng họ đang dự định xây dựng hệ thống tên lửa đẩy khổng lồ đưa người lên Sao Hỏa và trong vòng một thập kỉ nữa sẽ phóng một hoặc hai chiếc để thực hiện chuyến bay đầu tiên có người hạ cánh lên Hành tinh Đỏ.

Khi *Raptor 1* đáp xuống một miệng núi lửa khổng lồ gần xích đạo Sao Hỏa, các phi hành gia trên tàu đã suy tính kĩ càng. Thời gian là vô giá. Nếu cuộc đổ bộ đầu tiên diễn ra thuận lợi thì *Raptor 2* sẽ xuất phát vài giờ sau đó với nhiều nhà thám hiểm trên tàu hơn. Ưu tiên trước hết của các phi hành gia là tạo dựng môi trường sống theo kiểu trạm căn cứ, với lượng hàng hóa khổng lồ mà các tàu đã chở đến. Họ cũng phải bơm phồng những “tòa nhà” – những chiếc lều hình vòm đã được điều áp, làm từ nguyên liệu đặc biệt, nhằm tăng diện tích sống, đồng thời đóng vai trò như những nhà kính để trồng thực phẩm.

Giữa Trái Đất và Sao Hỏa tồn tại một số điểm tương đồng về môi trường. Địa hình Sao Hỏa giống với một số phần nhất định trên Trái Đất – các thung lũng khô cạn ở Nam Cực hay các hoang mạc nằm trên những ngọn núi lửa ở Hawaii. Nhiều yếu tố khác hóa ra lại cực kì khắc nghiệt. Một ngày trên Sao Hỏa chỉ dài hơn một ngày trên Trái Đất 39 phút 25 giây, nhưng một năm trên đó lại dài hơn một năm trên Trái Đất nhiều – bằng 687 ngày Trái Đất – do đó, các mùa dài ra gấp đôi. Quỹ đạo của Sao Hỏa có hình oval, nghĩa là những biến động thời tiết giữa mùa đông và mùa hè sẽ khắc nghiệt hơn so với trên Trái Đất; tại Nam bán cầu, mùa hè sẽ nóng hơn và mùa đông sẽ lạnh hơn. Cuối cùng, những người định cư trên Sao Hỏa này dự định lập hai căn cứ, một ở dưới đường xích đạo tại Nam bán cầu cho mùa hè và một tại phía Bắc đường xích đạo cho mùa đông.

Nhưng trước mắt, trong vòng 24 giờ, những người đầu tiên đặt chân lên Sao Hỏa phải bắt đầu nhiệm vụ quan trọng nhất của mình: tìm kiếm nguồn nước. Dựa theo những dự đoán của tàu đổ bộ và tàu thăm dò của NASA, họ phải xác định xem liệu có đủ nước trong lớp đất bề mặt, còn gọi là tầng phong hóa, để cung cấp cho nhu cầu nước uống cũng như tạo thêm khí oxy để

hít thở hay không. Các phi hành gia đã chủ đích hạ cánh xuống một miệng núi lửa mà tàu vũ trụ của NASA đã phát hiện thấy một lớp băng nước tinh khiết trơn mịn. Nếu đó không phải băng nước, họ sẽ cần tìm một địa điểm thứ hai gần đó có tỉ lệ băng trong tầng đất mặt cao. Nếu dạng băng này không được tìm thấy ở gần đó, các phi hành gia sẽ phải triển khai quét ra-đa khắp mặt đất để tìm mạch nước ngầm rồi khoan xuống.

Rất lâu trước khi các con tàu tiếp theo đến đây (hai năm kể từ thời điểm này), những phi hành gia này phải xây dựng thêm nhiều công trình bền vững hơn, có thể là từ những viên gạch được tạo ra từ tầng đất mặt. Dù hôm nay trời nắng và khá ấm – khoảng 10°C – nhiệt độ sẽ giảm sâu khi bóng đêm ập đến, khiến môi trường nơi đây trở nên gần giống với đêm trường khắc nghiệt ở Nam Cực. Hạ cánh gần xích đạo cho phép các phi hành gia tận dụng được nhiệt độ ôn hòa hơn, có thể lên đến 21°C vào một ngày mùa hè. Nhưng vào ban đêm, nhiệt độ dễ dàng xuống đến -73°C và các phi hành gia sẽ cần những công trình này để chống chọi với cái lạnh cũng như bảo vệ họ khỏi tia cực tím, thứ gần như không bị tầng khí quyển mỏng manh hạn chế.

Trong trường hợp mọi thứ đều bất lợi – họ không thể tìm thấy nguồn nước tốt, các ảnh hưởng bức xạ

ngghiêm trọng hơn dự đoán hay một trong các con tàu bị hư hại ngghiêm trọng khi tiếp đất, họ sẽ cần chờ đợi thời điểm thích hợp để khởi động hành trình dài quay về Trái Đất. Nếu không, họ sẽ phải ở lại đây.

Cô độc trên hành tinh dường như không có sự sống, cách quê hương hơn 400 triệu kilomet, những nhà thám hiểm đầu tiên này giống hệt như những người mở đường tiên bối – những nhà thám hiểm vĩ đại trong suốt chiều dài lịch sử đã trèo đèo lội suối và giương buồm ra khơi để tạo nên những cuộc sống mới. Tuy nhiên, dù tương đồng với những bậc tiên bối trong quá khứ, những con người tiên phong du hành vũ trụ này lại quan trọng hơn bất kì nhà thám hiểm nào trước đó. Sự hiện diện của họ trên Sao Hỏa đại diện cho thành tựu vĩ đại nhất của trí tuệ loài người.

Bất cứ ai từng theo dõi Neil Armstrong đặt chân lên Mặt Trăng năm 1960 cũng có thể nói với bạn rằng tại khoảnh khắc đó, Trái Đất như ngừng quay. Sự kỳ diệu và đáng kính phục của thành tựu đó khó tin đến mức một số người vẫn nghĩ rằng nó đã được dàn dựng trên phim trường của Hollywood. Khi các phi hành gia đặt chân lên Mặt Trăng, người ta bắt đầu nói: “Nếu chúng ta có thể đến được Mặt Trăng, chúng ta có thể làm bất cứ điều gì”. Ý của họ là chúng ta có thể làm bất cứ

điều gì trên hoặc gần Trái Đất. Việc đến được Sao Hỏa lại mang ý nghĩa hoàn toàn khác biệt: Nếu chúng ta có thể đến được Sao Hỏa, chúng ta có thể đi bất cứ đâu.

Thành quả này sẽ khiến các bộ phim khoa học viễn tưởng mơ mộng như *Star Wars* hay *Star Trek* bắt đầu có vẻ thực tế. Nó sẽ khiến Mặt Trăng của sao Thổ và sao Mộc có vẻ là những địa điểm hợp lý để khám phá. Bất chấp hậu quả như thế nào, nó sẽ tạo ra làn sóng những người tìm kiếm vận may giống như cơn sốt vàng tại California. Quan trọng hơn, nó sẽ mở rộng tầm nhìn của chúng ta vượt ra khỏi giới hạn lực hút của Trái Đất. Khi con người lần đầu đặt chân lên Sao Hỏa, thời khắc đó có ý nghĩa trọng đại hơn bất kỳ điều gì xảy ra trước đó trong các lĩnh vực công nghệ, triết học, lịch sử và khám phá. Bởi chúng ta sẽ không còn là loài sinh vật chỉ sống ở một hành tinh duy nhất.

Các nhà thám hiểm này là điểm khởi đầu của một kế hoạch đầy tham vọng, không chỉ ghé thăm Sao Hỏa và thiết lập khu định cư mà còn tái cấu trúc, hay địa khai hóa, toàn bộ hành tinh, biến bầu không khí mỏng manh chứa đầy cacbon dioxit (CO_2) thành không khí giàu oxy cho con người hít thở, tăng nhiệt độ trung bình từ -63°C lên mức chấp nhận được là -6°C , làm

nước lại ngập đầy những dòng suối khô và ao hồ cạn, trồng những loại cây có thể phát triển trong môi trường ôn đới giàu CO₂. Các phi hành gia sẽ bắt đầu một quá trình có thể chưa hoàn tất trong một nghìn năm nhưng kết quả sẽ là ngôi nhà thứ hai cho loài người, một tiền đồn ở biên giới xa xôi nhất. Giống rất nhiều tiền đồn xa xôi trước đó, dần dần nó sẽ trở thành đối thủ cạnh tranh với hành tinh mẹ về các mặt tài nguyên, tiêu chuẩn sống và mức độ được khát khao.

Những con người mở đường này đã dẫn thân vào một cuộc hành trình liên quan rất xa tới tương lai. Nhiệm vụ cao cả hơn của họ là phải thiết lập được một xã hội liên hành tinh, duy trì hệ thống cảng vũ trụ cho những chiếc tên lửa, cho phép chúng dễ dàng phóng lên khỏi một hành tinh có trọng lực yếu. Từ đó, con người có thể du hành đến những nơi xa hơn bên ngoài Hệ Mặt Trời.

Khi những tên lửa này hạ cánh xuống Sao Hỏa trong tương lai gần, nó sẽ không chỉ là một khoảnh khắc khám phá tuyệt vời. Đó chính là chính sách bảo hiểm cho nhân loại. Thất bại trong việc cứu Trái Đất thoát khỏi sự hủy hoại sinh thái và nguy cơ chiến tranh hạt nhân chính là những mối đe dọa thật sự với sự

tồn vong của loài người. Va chạm với một tiểu hành tinh có thể loại trừ hầu hết sự sống và dần dần, Mặt trời sẽ phình to ra và hủy diệt luôn cả Trái Đất. Rất lâu trước khi điều này xảy ra, chúng ta buộc phải trở thành sinh vật liên hành tinh, có khả năng sinh sống không chỉ trên hành tinh khác mà còn là trên những hệ Mặt Trời khác. Những người đầu tiên di cư đến Sao Hỏa chính là hi vọng tốt đẹp nhất về mầm sống của nhân loại. Những căn cứ nhỏ bé của họ sẽ phát triển thành một khu định cư, thậm chí một giống loài mới, nhanh chóng mở rộng. Công ty đã sản xuất tên lửa đưa người lên Sao Hỏa đang tiếp tục tạo thêm hàng trăm chiếc tên lửa nữa với ý định đưa dân số có thể sinh sống được tại đây lên 50.000 người trong vài thập kỉ. Họ có thể bảo tồn trí thông minh và thành tựu của nhân loại nói chung, ngay cả khi những thứ đó bị hủy hoại ở Trái Đất.

Thật ra, chúng ta đã có khả năng vươn tới Sao Hỏa trong ít nhất là 30 năm nay. Trong khoảng một thập kỉ sau *Apollo 11*, sứ mệnh đã đưa những người đầu tiên của Trái Đất lên Mặt Trăng, chúng ta vốn đã có thể đưa người lên Hành tinh Đỏ. Hầu hết mọi công nghệ cần thiết đều đã sẵn sàng từ lâu. Chúng ta đơn giản là lựa chọn chưa theo đuổi cơ hội.

Nguyên nhân sâu xa của sai lầm đó là điều đáng để hiểu thấu đáo – một quyết định đơn thuần của một Tổng thống Mỹ đã kìm hãm việc du hành vũ trụ cả nhiều thập kỉ như thế nào, chúng ta đã có thể truyền cho hai thế hệ cảm hứng thực hiện hầu hết những gì mà bộ não con người có thể tưởng tượng được ra sao. Gần 50 năm trước, chúng ta đã có khả năng mở rộng phạm vi cư trú của chính mình trong Hệ Mặt Trời và hơn thế.

Ngày nay, lĩnh vực tên lửa học tư nhân đã mở ra một cánh cửa mới đến các vì sao. Có lẽ nhu cầu được khám phá đã hình thành từ trong chính ADN của chúng ta; *homo sapiens*¹ đã bắt đầu mạo hiểm rời khỏi châu Phi khoảng 60.000 năm trước, vượt khỏi đường chân trời cho đến khi cư trú trên khắp thế giới. Hoạt động khám phá có thể liên quan đến sự tồn tại của loài người, đồng thời dẫn đến tình trạng thực dân hóa những vùng đất đã có chủ quyền, tàn phá các nền văn hóa và cướp bóc tài nguyên.

Việc định cư trên Sao Hỏa sắp trở thành sự thực nhanh hơn hầu hết mọi người kịp nhận ra rất nhiều.

¹ Người thông tuệ (*Homo sapiens*) là chủng người cổ xuất hiện cách đây khoảng 195.000 năm ở châu Phi và được coi là có quan hệ gần gũi nhất với người hiện đại ngày nay.



Phần lớn cuốn sách này sẽ kiểm chứng sự thật gây kinh ngạc, rằng chúng ta có năng lực sống trên Sao Hỏa. Nhưng cuốn sách cũng là hồi chuông cảnh tỉnh. Tiềm năng là khổng lồ nhưng cạm bẫy cũng vô tận. Giờ đã đến lúc chúng ta phải suy ngẫm.

1 Das Marsprojekt

Khi Robert Goddard phóng chiếc tên lửa nhiên liệu lỏng đầu tiên lên độ cao 41 bộ (khoảng 12,5m) năm 1926, liệu ông có thể tưởng tượng ra 101 năm sau, chúng ta sẽ đáp xuống Sao Hỏa? Vậy mà con đường này lại đơn giản đến đáng ngạc nhiên. Bạn có thể liên tưởng từ những phi hành gia đầu tiên sẽ đặt chân lên Sao Hỏa năm 2027 đến một người: một cựu sĩ quan SS¹ trong Chiến tranh Thế giới thứ hai tên là Wernher von Braun. Khi thiết kế của ông, dựa trên những phát minh của Goddard, gieo tang thương xuống London, tài năng khoa học tên lửa thiên bẩm của von Braun đã bộc lộ quá rõ ràng. Ông đã mang lại cho Adolf Hitler những thứ vũ khí khủng khiếp khiến cả thế giới choáng váng. Tuy nhiên, khoảng năm 1948, chỉ bốn năm sau khi tên lửa đẩy V-2 tinh xảo của von Braun phóng qua Biển Bắc, chàng kỹ sư 36 tuổi đã lui về sống tại Fort Bliss, Texas cùng các đồng sự người Đức chuyên nghiên cứu

¹ Lực lượng vũ trang khét tiếng của phát xít Đức, chuyên thực hiện nhiệm vụ đảm bảo trị an tại những vùng mà Đức chiếm đóng.

lĩnh vực khoa học tên lửa, tất cả họ đều là tù nhân hòa bình.

Quân đội Mỹ đã lôi kéo von Braun cùng các kỹ sư của ông rời bỏ nước Đức, chỉ cho phép họ rời căn cứ khi có người hộ tống, nên von Braun và người của mình đã dành thời gian để truyền lại chuyên môn xuất sắc của mình cho người Mỹ, những người đang cố gắng xây dựng tên lửa đạn đạo. Nhưng họ thường không có nhiều việc để làm. Do đó, vị cựu lãnh đạo chương trình tên lửa tiên tiến nhất thế giới đã quyết định viết một cuốn sách về đề tài yêu thích nhất của mình – khám phá vũ trụ. Cuốn sách không được xuất bản mãi đến năm 1952 và sau đó chỉ được xuất bản tại Đức với tên gọi *Das Marsprojekt*. Năm 1953, Tạp chí của trường Đại học Illinois đã xuất bản cuốn sách bằng tiếng Anh với cái tên *The Mars Project* (tạm dịch: *Dự án Sao Hỏa*). Đến ngày nay, cuốn sách 91 trang này vẫn luôn là tài liệu có sức ảnh hưởng lớn nhất từng được viết về du hành vũ trụ. Nó chưa từng lỗi thời và nhiều phần trong đó vẫn đóng vai trò như kim chỉ nam đưa con người đến với Sao Hỏa.

Viễn cảnh mà von Braun viết trong cuốn sách rất hoành tráng – nó đề cập đến việc 70 người bay trong

một hạm đội gồm 10 tàu vũ trụ, ba trong số chúng là tàu chở hàng sẽ không quay lại.

Von Braun viết: “Tôi tin cuối cùng đã đến lúc lý thuyết tên lửa vũ trụ gần ngoài và nhóm những nhà thám hiểm liên hành tinh cứng cỏi của nó tan tành mây khói. Chẳng có cái chai nhiệt lẻ loi, nằm ngoài quỹ đạo nào kiểu như vậy có thể thoát khỏi trọng lực của Trái Đất và bay tới Sao Hỏa đâu.”

Kế hoạch là xây dựng tàu vũ trụ tại một trạm vũ trụ trong quỹ đạo Trái Đất. Các thiết bị và vật liệu sẽ được vận chuyển lên đó bằng 46 chiếc tên lửa ba tầng hoàn toàn có thể tái sử dụng¹, hai tầng đầu sẽ bung dù quay trở lại mặt đất còn tầng thứ ba sẽ bay trở lại nơi xuất phát bằng cánh. Viễn cảnh này – *được nghĩ ra vào năm 1948*, khi von Braun thực hiện hầu hết những tính toán của mình – đã tiên đoán trước tàu con thoi của Mỹ cũng như những nỗ lực hiện tại của Tập đoàn Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) khi xây dựng tên lửa quỹ đạo có thể tái sử dụng, có thể nạp lại nhiên liệu và phóng lại trong vòng 24 tiếng.

¹ Trước đó, tên lửa đẩy thường chỉ có một tầng, được sử dụng một lần rồi loại bỏ bằng cách cho rơi xuống đại dương và hoàn toàn không có khả năng tái sử dụng.

Năm 1953, von Braun ước tính mất khoảng 950 chuyến bay chở hàng để lắp ráp và nạp nhiên liệu cho 10 con tàu vũ trụ.

Phiên bản hành trình đến Sao Hỏa của vị kỹ sư người Đức rất cẩn sử dụng quỹ đạo chuyển đổi Hohmann – một phương pháp tiết kiệm nhiên liệu, trong đó, tàu vũ trụ trong quỹ đạo hình tròn của Trái Đất có thể khởi động động cơ một cách nhanh gọn – gọi là một tăng – để tạo thành quỹ đạo hình êlip, giao với quỹ đạo Sao Hỏa quay quanh Mặt Trời. Con tàu sau đó có thể trượt đi mà không cần đốt cháy nhiên liệu cho đến khi tiến đến gần Sao Hỏa. Đến khi đó, tầng thứ hai sẽ giảm tốc độ của tên lửa để tiến vào quỹ đạo quanh Hành tinh Đỏ. Hơi giống với Tarzan đu trên dây leo dài để di chuyển giữa hai cái cây cách xa nhau và sau đó tóm lấy một dây leo ngắn để đi đến một cành nhánh nào đó. Tiến trình này yêu cầu phải căn thời gian chính xác khi Sao Hỏa và Trái Đất thẳng hàng với nhau.

Thời điểm thích hợp để phóng tàu vũ trụ lên Sao Hỏa xảy ra khoảng 25 tháng một lần nhưng khả năng tiết kiệm nhiên liệu của quỹ đạo chuyển đổi Hohmann đi liền với cái giá của nó – chuyến đi mất khoảng tám tháng mỗi lượt. Cứ khoảng 15 năm một lần, quỹ đạo

của Sao Hỏa và Trái Đất mới sắp xếp theo một kiểu khiến cho khoảng cách giữa hai hành tinh (và cả thời gian du hành) được thu ngắn lại đáng kể. Ngày nay, những học thuyết khác về cách di chuyển đến Sao Hỏa ít tốn nhiên liệu tên lửa nhất rất phổ biến, đơn giản như đốt một lượng lớn nhiên liệu để thực hiện chuyển đi theo đường thẳng hơn, ngắn hơn đường cong của quỹ đạo chuyển đổi Hohmann. Những hệ thống đẩy chưa được kiểm chứng và phần lớn là lý thuyết như hệ thống đẩy dùng phản ứng tổng hợp hạt nhân và điện hạt nhân có thể rút ngắn hành trình xuống ít hơn 90 ngày mỗi chiều.

Khi viễn cảnh mà von Braun vẽ ra được thực hiện, các phi hành gia sẽ buộc phải dành ra khoảng 400 ngày khám phá Sao Hỏa, cho đến khi Trái Đất quay đến đúng vị trí để thực hiện hành trình trở về bằng một quỹ đạo chuyển đổi Hohmann khác. *Das Marsprojekt* được viết cách đây khá lâu trước khi các nhà khoa học biết đến hiệu ứng lá chắn của vành đai bức xạ Van Allen bảo vệ Trái Đất¹ (các hạt tích điện cao không tồn tại gần

¹ Vành đai bức xạ Van Allen là tấm lá chắn vô hình cách bề mặt Trái Đất gần 11.600km, có tác dụng bảo vệ Trái Đất trước những sự tấn công độc hại của các electron di chuyển với tốc độ cận ánh sáng.

Sao Hỏa), những ảnh hưởng của tình trạng không trọng lượng kéo dài, sự khắc nghiệt của bức xạ Mặt Trời (von Braun đã tính toán tới bức xạ vũ trụ) và đặc điểm địa lý thực của Hành tinh Đỏ, trừ những ước tính sơ đẳng nhất về mật độ không khí trên Sao Hỏa. Cuốn sách của von Braun đã tiên đoán trước cả thập kỉ về tàu vũ trụ bay theo quỹ đạo đầu tiên – tàu *Sputnik* được phóng năm 1957. Trong sách, ông tự nhận đã không tính toán được sự nguy hiểm của mưa sao băng nhưng ông lại lo lắng về tình trạng không trọng lượng và đã lên kế hoạch kết nối đội các tàu vũ trụ nhỏ lại với nhau bằng dây cáp, sau đó cho chúng quay quanh lẫn nhau giống như những chiếc yo-yo để tạo ra trọng lực nhân tạo.

Khi tàu thăm dò *Mariner 4* của NASA bay ngang qua Sao Hỏa năm 1965, nó đã truyền về hai thông tin đáng kinh ngạc: khí quyển trên Sao Hỏa mỏng hơn nhiều so với những gì các nhà khoa học đã giả định – nó gần như không tồn tại – và cơ hội tồn tại sự sống là rất nhỏ. Von Braun, giống nhiều người trên Trái Đất những năm 1960, đều cười cợt ý tưởng về loài sinh vật ngoài hành tinh sống trên Sao Hỏa trong những khu vườn dưới lòng đất. Ông thậm chí đã viết về một nền văn minh như vậy trong một phiên bản lãng mạn, sến sẩm, tiểu thuyết hóa của *Das Marsprojekt* vào năm

1949. Để đi từ quỹ đạo của Sao Hỏa đến bề mặt của nó, von Braun đã thiết kế những máy bay không gian nhỏ. Dù về lý thuyết, đáng ra chúng không thể bay được trong bầu khí quyển quá mỏng như vậy, ông vẫn tiên liệu được những khó khăn bất ngờ đó. Ông đã đưa ra vô số chiến lược dự phòng cho sứ mệnh này và những chiếc máy bay được thiết kế sao cho phần cánh có thể tháo bỏ được.

Von Braun cũng hình dung ra những chương ngại tâm lý của việc du hành dài hạn giữa những người bị hạn chế trong không gian nhỏ hẹp nhiều tháng hoặc nhiều năm trời. Ông đã tạo ra tàu con thoi để vận chuyển hàng tiếp tế từ tàu này sang tàu khác trong suốt chuyến hành trình đến Sao Hỏa cũng như đưa các phi hành gia từ tàu này đến tàu khác. Những tính toán sau này dựa trên kế hoạch của ông cho phép chở khoảng 12 tấn oxy cho mỗi người, 8 tấn thực phẩm và 13 tấn nước uống cho mỗi tàu chở người. Mỗi tàu có thể tái chế nước sinh hoạt và hơi nước trong không khí.

Trong phần phụ lục kỹ thuật của cuốn sách, một thống kê về chuyến bay vũ trụ đặc biệt gây chú ý – tổng nhiên liệu cần dùng để thoát khỏi lực hút mạnh mẽ của Trái Đất là vô cùng lớn. Mỗi con tàu trong đội tàu mười

chiếc của von Braun nặng khoảng 3.600 tấn, trong đó, hơn 3.100 tấn là nhiên liệu tên lửa. Khi từ Sao Hỏa trở về Trái Đất, mỗi tàu sẽ chỉ còn nặng hơn 1% khối lượng ban đầu một chút.

Das Marsprojekt là một tác phẩm có tầm nhìn xa trông rộng phi thường và bộc lộ tài năng kĩ thuật đỉnh cao. Thật không may, von Braun và Robert Goddard đã đi trước thời đại nhiều đến nỗi họ đã phải gánh chịu đủ mọi tiếng xấu, lời chỉ trích và dè bĩu từ những nhân vật có thẩm quyền đơn giản là không hiểu được họ. Khi Goddard nói rằng tên lửa có thể đến được Mặt Trăng, thông tin này đã được đăng trên trang nhất tờ *Thời báo New York* nhưng ngay trên trang xã luận, tờ báo đã chế giễu tầm nhìn của ông. (Gần 50 năm sau, một ngày sau khi *Apollo 11* hạ cánh xuống Mặt Trăng, tờ *Times* đã in thông tin đính chính.)

Trong những năm đầu thập niên 1950, khi von Braun đưa ra kế hoạch nghiêm túc về việc đi tới Sao Hỏa, thậm chí các nhà khoa học và kĩ sư cũng coi tầm nhìn của ông là ngớ ngẩn. Hàng trăm tên lửa được phóng lên quỹ đạo Trái Đất tầm thấp để lắp ghép nên 10 con tàu vũ trụ liên hành tinh khổng lồ, chứa hàng chục triệu tấn nhiên liệu, oxy và thực phẩm? Thật sao?

Nhưng nó chắc chắn đã mê hoặc được người Mỹ. Năm 1954, tạp chí *Collier's* đã đăng loạt bài gồm tám phần về du hành vũ trụ, bao gồm cả những mô tả của von Braun về cách chính xác chúng ta có thể đến được Sao Hỏa.

Vô số người mơ mộng đã suy nghĩ nghiêm túc đến việc du hành vũ trụ liên hành tinh trước von Braun, nhưng không ai đưa ra được thiết kế và tính toán chính xác. Đề xuất của ông hoàn chỉnh với những quỹ đạo, phương trình, bản vẽ kỹ thuật và tính toán. Ông thậm chí còn tính đến ngày phóng tên lửa, năm 1965. Tâm trí ông đã chọn một cách tiếp cận không hề vô nghĩa – điều khác biệt duy nhất giữa tưởng tượng một chuyên đi đến Sao Hỏa và thật sự đến đó chính là sự tận tâm.

Để nắm được tầm quan trọng của *Das Marsprojekt*, bạn đọc có thể tham khảo thêm cuốn tiểu thuyết *Contact* (Tạm dịch: *Liên lạc*) xuất bản năm 1985 của Carl Sagan. Trong cuốn sách viễn tưởng đó, nền văn minh chưa được biết đến ở đâu đó trong không gian, thời gian, đã khai sáng một cảm nang kỹ thuật cho loài người, mô tả chi tiết cách xây dựng tàu vũ trụ có thể đi đến thế giới xa lạ của họ. Đối với hầu hết người trần mắt thịt đầu thập niên 1950, von Braun có thể coi như

nền văn minh xa lạ kia, người đã mang đến cho chúng ta kim chỉ nam kỹ thuật để khám phá vũ trụ. Điểm khác biệt chính là *Das Marsprojekt* không hề viễn tưởng.

Cuối thập niên 1960, von Braun được tôn vinh vì đã vạch ra kế hoạch và điều khiển tên lửa đẩy Saturn V – tên lửa đã giúp *Apollo* đưa người lên Mặt Trăng. Khi danh tiếng đã phổ biến hơn, von Braun đã tuyên bố trước NASA và Quốc hội, nhấn mạnh rằng tiếp theo đó, Mỹ sẽ phóng tên lửa lên Hành tinh Đỏ. Lần này, ông đề xuất phóng hai tàu vũ trụ được trang bị động cơ hạt nhân. Ông nói với bất cứ ai muốn lắng nghe rằng sứ mệnh này có thể được khởi động vào thập niên 1980.

Không giống với những đề xuất von Braun đã đưa ra trong quá khứ, kế hoạch lần này đã đến được bàn làm việc của Tổng thống Richard Nixon. Cần phải có một dự án tiếp nối sau thành công của *Apollo*. Nhưng kế hoạch khám phá Sao Hỏa của von Braun lại bị đánh bật ra bởi chương trình tàu con thoi – một phần bởi quân đội và các cơ quan tình báo nghĩ rằng tàu con thoi có thể cực kì hữu dụng trong việc triển khai và sửa chữa các vệ tinh gián điệp. Dù đúng ra, mọi việc NASA làm đều phải được công khai minh bạch, nhưng từ năm 1982 đến năm 1992, cơ quan này đã triển khai 11

nhiệm vụ mật dành cho tàu con thoi. Nhiều thiết kế tàu con thoi đã được dựa trên yêu cầu của quân đội và cơ quan tình báo. Nixon cũng quyết định khai tử Saturn V của von Braun, hệ thống tên lửa đẩy hạng nặng lớn nhất và tốt nhất từng có. Không có tên lửa vận chuyển đồng nghĩa với việc du hành liên hành tinh cũng chịu số phận bi đát tương tự. Nếu ngày đó Mỹ chuyển trọng tâm từ tàu con thoi sang Sao Hỏa, rất có thể lúc này, chúng ta đã có một căn cứ vững chắc tại Hành tinh Đỏ. Nhận thấy mình và NASA đã không còn đi chung đường nữa, von Braun quyết định nghỉ hưu năm 1972.

Trong 62 năm kể từ khi *Das Marsprojekt* được xuất bản lần đầu tiên, Sao Hỏa chỉ gần gũi với chúng ta hơn một chút nhờ loạt bức ảnh do xe thám hiểm tự hành mang tên *Curiosity* chụp. Chiếc xe này vẫn đang khám phá bề mặt Hành tinh Đỏ suốt từ lúc đặt chân lên đó vào năm 2012. Nếu NASA và Nixon đều xem xét ý tưởng của von Braun nghiêm túc hơn, thì có lẽ giờ đây *Curiosity* đang tung hoành trên Sao Hỏa với các phi hành gia ngồi sau tay lái.

Tàu con thoi đã khiến chương trình vũ trụ của Mỹ dần rơi vào thoái trào kéo dài và cơ quan này, nếu không muốn nói là toàn bộ người dân Mỹ, đã mất đi

niềm đam mê và mơ mộng. Cảm hứng vươn tới những vì sao đã được thay bằng những bước đi trong không gian không ai thèm ngó ngang. NASA đã tập trung vào những thiết kế tên lửa lạc hậu, thứ chỉ có chút ít hữu ích trong việc thúc đẩy du hành vũ trụ, rơi quá thường xuyên và không đi nổi đến đâu, trừ việc neo đậu tại trạm vũ trụ sau khi được xây dựng xong. Lờn biện minh yếu ớt sau cùng của nó là để chở các phi hành gia và hàng hóa lên Trạm Vũ trụ Quốc tế (ISS)¹, thứ vốn dĩ cũng là một đồng công nghệ vô dụng.

Ngài Martin Rees, nhà thiên văn học Hoàng gia Anh đáng kính, có vài lời tốt đẹp để nói về Trạm Vũ trụ Quốc tế: “Không ai coi nghiên cứu khoa học trên Trạm Vũ trụ có thể biện minh được cho một phần tổng chi của nó. [Mục đích] chính của nó là để duy trì chương trình vũ trụ có người lái và tìm hiểu xem con người sống và làm việc trong không gian như thế nào. Và một lần nữa, phát triển tích cực nhất trong lĩnh vực này là sự ra đời của các công ty tư nhân, những đơn vị có thể phát triển công nghệ và tên lửa rẻ hơn so với những gì NASA và các nhà thầu truyền thống của nó đã làm.”

¹ International Space Station.

Những năm tháng NASA lùi vào dĩ vãng – và thực tế là nó đã cho phép các nhà thầu định giá dựa trên phí tổn cộng lời – đã tạo ra một lỗ hổng lớn để các doanh nghiệp có thể chen chân vào. 135 nhiệm vụ tàu con thoi kết thúc với chi phí trung bình là hơn một tỉ đô-la cho mỗi nhiệm vụ. Hẳn ai đó có thể làm những việc mà NASA đã làm với chất lượng tốt hơn, tiến độ nhanh hơn và chi phí rẻ hơn. “Ai đó” đã đến. Và họ đã biến mộng tưởng du hành lên Sao Hỏa thành sự thật.

2 Cuộc chạy đua vĩ đại vào vũ trụ trong khu vực tư nhân

Bay vào vũ trụ dường như luôn là sân chơi của chính phủ bởi chỉ có họ mới có đủ khả năng chi trả các khoản phí đầu vào khổng lồ. Ví dụ, phần lớn việc kinh doanh vũ trụ của Boeing và Lockheed Martin có thể triển khai được là nhờ NASA và quân đội Mỹ đã sẵn sàng kí hợp đồng bổ sung chi phí. Khoảng 30 năm trước, ba người đàn ông gặp nhau tại Đại học Kinh doanh Havard đã quyết định rằng họ có thể kiếm tiền để xây dựng hệ thống tên lửa và phóng vệ tinh. Công ty khởi nghiệp của họ, Công ty Orbital Sciences, đã chế tạo ra một tên lửa ba tầng độc đáo có một cánh và neo nó dưới cánh của một máy bay chở khách cỡ lớn. Tên lửa đó được đặt tên là Pegasus. Máy bay đưa tên lửa lên độ cao khoảng 12 kilomet, một kiểu cung cấp lực đẩy vào quỹ đạo rẻ tiền. Sau đó, Pegasus đã bay được 42 lần và lập kỉ lục thành công phi thường với chỉ ba lần thất bại. Orbital Sciences đã tự tạo cho mình một vị thế thích hợp, thiết kế và xây dựng tên lửa, vệ tinh. Công ty đã phóng và xây dựng hàng trăm vệ tinh cùng tàu thăm dò

cho các hãng viễn thông, chính phủ Mỹ và NASA, một vài trong số đó kèm theo tên lửa đạn đạo liên lục địa tái cấu trúc (ICBM). Trong vài năm trở lại đây, nhờ những hợp đồng, sự tư vấn và khuyến khích của NASA, Orbital Sciences đã chế tạo ra loại tên lửa mới mang tên Antares và tàu vũ trụ có tên *Cygnus*. Con tàu này đã thành công khi giao hàng cho Trạm Vũ trụ Quốc tế chỉ với một phần chi phí rất nhỏ so với khi sử dụng tàu con thoi. Công ty gia tăng lợi nhuận, hợp nhất với một công ty chế tạo tàu vũ trụ khác và niêm yết trên Sàn Giao dịch Chứng khoán New York với mã Orbital ATK.

Khi Orbital Sciences đang triển khai kinh doanh, Robert Zubrin, một kỹ sư hàng không tại Martin Marietta Materials, đã bắn khoăn về việc tại sao chúng ta không vươn tới Sao Hỏa. Zubrin đã đào sâu suy nghĩ trong một thời gian dài về những điều kiện cần thiết để khiến Sao Hỏa trở thành nơi con người sinh sống được và những tính toán của ông đã góp phần khiến chủ đề này trở nên toàn diện hơn. Cũng như von Braun, ông đã thấy trước được rằng mọi thứ chúng ta cần đều sẵn có trong tay. Đề xuất của ông – có tên là Mars Direct – đã phác thảo ra những kế hoạch dành cho sứ mệnh đưa người lên Sao Hỏa đơn giản và ít tốn kém. NASA thích đề xuất này nhưng khi NASA tiếp tục trì hoãn

hành động, Zubrin đã viết một cuốn sách súc tích có tên *The case for Mars* (Tạm dịch: *Giải mã Sao Hỏa*) và thành lập Hiệp hội Sao Hỏa năm 1998 để xúc tiến ý tưởng của mình.

Gần đây hơn, hai người Hà Lan có tên Bas Lansdorp và Arno Wielders đã thành lập một tổ chức phi lợi nhuận mang tên Mars One để triển khai những chuyến đi một chiều đến Hành tinh Đỏ mà họ dự tính sẽ hạ cánh vào năm 2025 (sau khi tàu chở hàng, nhà ở và xe thám hiểm tự hành đáp xuống trước). Họ dự định chi tiền đầu tư bằng cách bán bản quyền phát sóng. Tuy nhiên, nhóm này không chỉ không có tên lửa đẩy hay tàu vũ trụ để đưa họ đến Sao Hỏa, thậm chí họ mới chỉ kí hợp đồng với Lockheed Martin để nghiên cứu tính khả thi của việc tạo ra những thứ này.

Tiếp đó là Dennis Tito, công dân đầu tiên bay vào vũ trụ bằng cách trả cho người Nga một khoản tiền được cho là 20 triệu đô-la. Tổ chức phi lợi nhuận Inspiration Mars của ông đã lạc quan dự tính gửi đi một tàu vũ trụ nhỏ – có thể là tàu *Crew Dragon* đang được phát triển bởi SpaceX để thực hiện những chuyến bay có người lên Trạm Vũ trụ Quốc tế – đến Sao Hỏa với một đôi vợ chồng trên tàu vào năm 2021. Sứ mệnh

của chuyến đi chỉ là bay trong vũ trụ nên đôi vợ chồng sẽ bị gò bó liên tục trong chiếc phi thuyền tí hon gần một năm rưỡi – đó chính xác là lý do tại sao Inspiration Mars lại đề xuất một cặp vợ chồng tham gia nhiệm vụ này. Để vượt qua sự thiếu thốn và nỗi cô đơn, Tito nói: “bạn sẽ cần ai đó để ôm”.

Inspiration Mars đang hướng đến một chuyến bay vào năm 2018 bởi đây chính là thời điểm Sao Hỏa và Trái Đất ở vào vị trí mười-lăm-năm-mới-có-một-lần trên quỹ đạo tương ứng của chúng. Điều này sẽ cho phép họ thực hiện hành trình khứ hồi dài 501 ngày chỉ với một tầng duy nhất trên quỹ đạo. Trong phần còn lại của chuyến đi, con tàu chỉ cần lao theo quán tính về phía Sao Hỏa, làm một đường lượn quanh hành tinh này rồi lại lao trở lại Trái Đất. Hiện tại, chưa có tên lửa đẩy khả dụng nào có thể thực hiện được kì tích này. (Hệ thống phóng tên lửa không gian của NASA, hoàn thành năm 2018, có thể nâng một tàu vũ trụ từ Trái Đất lên Sao Hỏa nhưng khó có khả năng thuê được để thực hiện ý định này.) Tito nói kế hoạch dự phòng là phóng tàu vũ trụ vào năm 2021 và lượn quanh Sao Kim, từ đó nhập vào quỹ đạo để bay qua Sao Hỏa.

Theo cách này hay cách khác, Jeff Bezos – nhà sáng lập Amazon, Larry Page – nhà đồng sáng lập Google,

Paul Allen – nhà đồng sáng lập Microsoft và Ngài Richard Branson – doanh nhân kiêm nhà thám hiểm – đều đang đầu tư hàng triệu đô-la cho cuộc chạy đua vũ trụ mới mẻ trong khu vực tư nhân. Hầu hết mọi nỗ lực cho đến nay đều đang hỗn loạn như thời Viễn Tây, nhưng lần này tiền tuyến chính là vũ trụ. Và dù không ít các dự án tư nhân ôm tham vọng đưa người lên Sao Hỏa, hiện tại vẫn chỉ có một công ty có thể biến lời hứa đưa người lên Hành tinh Đỏ thành hiện thực trước khi NASA thật sự làm được việc này.

...

Tương tự như cách chúng ta liên tưởng Wernher von Braun với *Apollo 11*, khi tàu vũ trụ chở các phi hành gia đáp xuống Sao Hoả vào năm 2027, chúng ta có thể liên tưởng sự kiện đó với Elon Musk – bởi gần như chắc chắn, con tàu đó sẽ có logo của SpaceX.

Có thể nói Musk là doanh nhân nhìn xa trông rộng nhất trong thời đại chúng ta. Bảy năm sau khi bỏ dở chương trình học Tiến sỹ Vật lý ứng dụng tại Đại học Stanford, ông đã bán cổ phần tại PayPal và Zip2, những công ty mà ông đồng sáng lập, thu về khối tài sản ròng được ghi nhận trị giá 324 triệu đô-la. Musk đổ tiền vào Công ty Space Exploration Technologies (SpaceX)

thành lập năm 2002, rồi tiếp tục đồng sáng lập Tesla Motor, công ty đã tạo ra cuộc cách mạng trong ngành chế tạo ô tô. Ông là nhà hoạt động vì môi trường đáng kính, người khởi xướng việc sử dụng năng lượng Mặt Trời – những chiếc xe Tesla của ông có thể được vận hành bằng ánh sáng Mặt Trời theo đúng nghĩa đen. Năm 2013, Musk giới thiệu một hệ thống giao thông siêu tốc độc đáo trong ống chân không có tên là Hyperloop đặt trong bối cảnh giao thông công cộng. Một ống Hyperloop có thể rút ngắn thời gian di chuyển giữa hai thành phố Los Angeles và San Francisco xuống còn 30 phút.

Musk thành lập SpaceX vào thời điểm NASA dường như không còn quan tâm đến việc chinh phục vũ trụ. Giống như von Braun, Musk cũng là con lai, ông mang trong mình hai dòng máu Nam Phi và Canada. Musk, cũng giống von Braun, là một người cầu toàn, luôn tin tưởng vào tầm nhìn của mình và sẽ kiên định tới cùng để đạt được điều đó. Giống hoàn cảnh của von Braun, dường như không có ai hiểu được Musk đã nghiêm túc như thế nào khi nói chúng ta phải đến được Sao Hỏa. Đi ngược lại mọi lời khuyên và mọi chống đối, ông đã nỗ lực thực hiện những điều không thể: Tìm đủ vốn để tài trợ cho Space Exploration Technologies, điều hành

công ty hoạt động sôi nổi, tiến về phía trước ngay cả khi ba chiếc tên lửa đầu tiên của hãng đã nổ tung. Trên suốt con đường ấy, ông đã đặt một câu hỏi thực sự mang tính cách mạng: Ai cần NASA để đến được Sao Hỏa?

Tháng 5 năm 2014, Musk chia sẻ lý do duy nhất khiến ông bắt tay vào xây dựng công ty tên lửa tư nhân: “Lý do SpaceX được thành lập là để thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghệ tên lửa, tất cả đều nhằm mục đích thiết lập một cơ sở vững chắc, có khả năng tự duy trì trên Sao Hỏa”. Chúng ta hãy tạm dừng, chỉ một lát thôi, để nhìn tên công ty của Musk – Space Exploration Technologies (Công nghệ Khám phá Vũ trụ). Hãy để ý từ *Exploration* (Khám phá). Giống như von Braun trước đó, Musk say mê với ý tưởng con người nên trở thành một xã hội liên hành tinh. Ông nhận thức rất rõ rằng Trái Đất sẽ không phải là môi trường sống thuận lợi mãi mãi. Musk dường như thất vọng khi chúng ta phủ nhận những gì mình đang làm với môi trường sống và không nhận thức được một thực tế đơn giản: Loài người sẽ diệt vong nếu chúng ta không vươn ra ngoài Trái Đất.

Sự xuất hiện của Elon Musk với tư cách “người tên lửa” là hết sức đúng lúc. Công nghệ đã tiến triển rất ít từ năm 1969, khi Neil Armstrong đặt bước chân

đầu tiên lên Mặt Trăng, đến năm 2002, khi Musk bắt đầu xây dựng SpaceX. Thực tế, theo Musk, du hành vũ trụ kể từ chương trình tên lửa Apollo không những không phát triển mà còn bị “tụt hậu”. Ông nói: “Chúng ta từng một lần lên Mặt Trăng nhưng giờ thì không thể. Đây không phải là tiến bộ hay thậm chí dậm chân tại chỗ. Ngay lúc này, nước Mỹ thậm chí còn không thể đưa người lên quỹ đạo.”

Năm 1966, ngân sách dành cho NASA chiếm hơn 4% tổng ngân sách liên bang. Ngày nay, con số này còn khoảng 0,5%. Từ khi Musk xuất hiện trong ngành khoa học không gian, chỉ trong vòng một thập niên, các giải pháp công nghệ cần thiết để đưa người lên Hành tinh Đỏ đã phát triển với tốc độ ánh sáng và trong thiên niên kỷ tới, nhiều khả năng con người có thể định cư tại đó. Không ai biết chính xác thời khắc NASA cuối cùng cũng tỉnh và hít bụi đỏ là khi nào, nhưng khi khoang *Dragon* đầu tiên của SpaceX tiếp thành công lên Trạm Vũ trụ Quốc tế tháng Năm năm 2012, ngay lập tức, người ta có thể thấy rõ rằng một công ty tư nhân dường như có thể làm được mọi việc mà NASA có thể làm – và có khi còn làm tốt hơn thế.

3 Tên lửa thật khó lường

Mới đây, sau khi một trong những chiếc tên lửa của SpaceX phát nổ ngay trên bệ phóng, Elon Musk đã tweet¹ một cách hài hước: “Tên lửa thật khó lường”. Ông đã đúng: Gần hai phần ba số vụ phóng đầu thăm dò lên Sao Hỏa đã thất bại.

Một người quan sát bình thường có thể thắc mắc rằng tại sao loài người lại gặp phải bao nhiêu rắc rối để lên Sao Hỏa trong khi việc lên Mặt Trăng hơn 50 năm trước dường như lại khá dễ dàng. Vấn đề chủ yếu nằm ở khoảng cách. Sự thay đổi về quy mô thật sự phi thường. Mặt Trăng cách Trái Đất 360.000 đến 400.000 kilomet tùy theo chu kì trăng. Sao Hỏa có thể còn xa gấp hàng nghìn lần như thế. Năm 2003, Sao Hỏa chỉ cách Địa cầu khoảng 54,7 triệu kilomet, đó là khoảng cách ngắn nhất giữa hai hành tinh trong gần 60.000 năm. Nhưng vì quỹ đạo quanh Mặt Trời của Trái Đất là 365 ngày và của Sao Hỏa là 687 ngày Trái Đất,

¹ Đăng thông tin chia sẻ lên mạng xã hội Twitter.

nên hai hành tinh có thể lệch đi và cách nhau rất xa, với mỗi hành tinh ở một phía so với Mặt Trời. Khi cách xa nhau, chúng *thật sự* rất xa nhau – khoảng 402 triệu kilomet. Do đó, khoảng cách đến Sao Hỏa sẽ dài gấp 140 đến 1.000 lần khoảng cách đến Mặt Trăng.

Nói cách khác, con người có thể thực hiện chuyến khứ hồi đến Mặt Trăng và quay về trong vòng sáu ngày. (Chúng ta có thể đến Mặt Trăng trong vòng một ngày nhờ lực đẩy của tên lửa Saturn V; nhưng chúng ta có thể đi quá nhanh đến nỗi khi tới nơi, chúng ta chỉ kịp bay sượt qua thay vì được trọng lực yếu của Mặt Trăng giữ lại.) Bằng cách sử dụng quỹ đạo chuyển đổi Hohmann theo gợi ý của von Braun trong cuốn sách *Das Marsprojekt*, thậm chí nếu di chuyển với vận tốc nhanh hơn vận tốc mà các phi hành gia Apollo đã đến Mặt Trăng, chúng ta vẫn phải bay một chặng đường dài gấp 1.000 lần như thế để đến được Sao Hỏa. Đơn giản vì chúng ta không thể chờ theo đủ nhiên liệu để phóng về phía trước theo đường thẳng. Nếu không có nguồn năng lượng rẻ tiền vô tận, chúng ta sẽ luôn nằm trong quỹ đạo của *thứ gì đó* trong Hệ Mặt Trời, kéo theo việc tất cả hành trình bay sẽ bị bẻ cong. Không có lối tắt nào khả dĩ trong 20 năm tới có thể đưa con người lên Sao Hỏa với thời gian ít hơn 250 ngày mỗi chiều, dù

SpaceX đang thiết kế những động cơ tên lửa mạnh hơn và hiệu quả hơn để về cơ bản có thể rút ngắn chuyến đi.

Thậm chí những sứ mệnh trước đó, nhằm trực tiếp đến Sao Hỏa hơn – những nhiệm vụ chỉ đơn thuần cố bay đến gần hành tinh này – cũng thường gặp phải tai nạn. Những nhiệm vụ thăm dò Sao Hỏa khó khăn hơn rất nhiều, đặc biệt là sứ mệnh đổ bộ xuống hành tinh này, như một sự chế nhạo những hiểu biết hạn hẹp của chúng ta về công nghệ không gian.

Liên Xô có vẻ đã nếm trải những điều tồi tệ nhất trong loạt tai ương liên quan đến Sao Hỏa thời kỳ đầu. Vật thể Trái Đất đầu tiên từng chạm đến bề mặt Sao Hỏa là tàu đổ bộ của Liên Xô có tên *Mars 2*. Nó đã lao xuống trong lúc hạ cánh vào tháng Mười một năm 1971 và là dự án tiếp bước *Kosmos*, phi thuyền không bao giờ ra khỏi quỹ đạo Trái Đất, chứ đừng nói đến hướng tới Sao Hỏa. Một tháng sau, *Mars 3* thật sự đã hạ cánh thành công nhưng lại dừng truyền tín hiệu sau 20 giây. Hệ thống hướng dẫn của *Mars 4* bị trục trặc và nó cũng nhanh chóng bị hành tinh này gạt bỏ hoàn toàn. *Mars 5* là tàu thăm dò thành công nhất của Liên Xô. Nó bay thành công vào quỹ đạo hình êlip vào tháng Hai năm 1974 và gửi về khoảng 60 tấm ảnh trong 22 vòng quỹ

đạo rồi lại mất tín hiệu. *Mars 6* đã đến được Hành tinh Đỏ vào tháng Ba năm 1974 và phóng một tàu đổ bộ đâm vào bề mặt Sao Hỏa. Nó đã truyền được dữ liệu về khí quyển trong khoảng bốn phút trước khi “im hơi lặng tiếng”, phần lớn dữ liệu này là vô nghĩa vì chip máy tính bị lỗi. *Mars 7* cũng tiến vào quỹ đạo hồi tháng Ba năm 1974 nhưng nó lại phóng tàu đổ bộ sớm hơn bốn tiếng nên không đến được Sao Hỏa. Trước đó cũng như sau này, Liên Xô đều gặp thất bại trong việc triển khai các sứ mệnh Sao Hỏa. Năm 1996, Cơ quan Hàng không Nga đã phóng tàu thăm dò/đổ bộ có tên gọi *Mars 96* nhưng nó đã không thoát khỏi trọng lực của Trái Đất và nổ tung trên Thái Bình Dương. Kể từ đó, người Nga dường như giảm hẳn hứng thú chinh phục lĩnh vực hóc búa này.

Cản trở lớn trong quá trình đưa tàu thăm dò lên Sao Hỏa thành công là thời gian để các thông tin liên lạc từ Trái Đất truyền đến nơi là rất dài. Khi Trái Đất và Sao Hỏa cách nhau xa nhất, tín hiệu radio mất 21 phút để đi từ Trái Đất đến Sao Hỏa và lại mất thêm 21 phút nữa để truyền tín hiệu ngược lại. Do đó, tàu vũ trụ không người lái phải dùng đến phần mềm trí thông minh nhân tạo để đưa ra quyết định trong những trường hợp khẩn cấp bởi nó sẽ chẳng có thời gian để gọi về nhà mà cầu viện.

Nhưng tất cả lịch sử không mấy tốt đẹp về sứ mệnh thất bại của tàu đổ bộ trước đây đã lùi vào dĩ vãng sau khi NASA “ăn điểm” nhờ thành công trong việc đưa xe thám hiểm tự hành *Opportunity* và *Spirit* lên Sao Hỏa. Gần hơn, thành công của xe tự hành *Curiosity* cũng đã thu hút được sự chú ý. *Opportunity* vẫn miệt mài khám phá Sao Hỏa sau hơn một thập kỉ. Năm 2014, *Curiosity* đã hoàn thành một năm khám phá giá trị trên Sao Hỏa (tương đương khoảng hai năm trên Trái Đất) và vừa bắt tay vào thực hiện sứ mệnh dài hơi hơn. Tuy nhiên, quãng đường mà các xe thám hiểm tự hành này đi được vẫn chưa thật ấn tượng. *Opportunity* mới chỉ đi được khoảng 42 kilomet từ năm 2004 còn *Curiosity* mới đi được hơn 9 kilomet trong gần ba năm.

Bất chấp những thất bại trong quá khứ, thành công của NASA với *Curiosity* đã chứng minh rằng chúng ta có thể đặt những vật có tải trọng tương đối lớn lên bề mặt Sao Hỏa, khiến không chỉ các chuyến bay có người lái mà cả ý tưởng về những chuyến bay tiếp tế và chở hàng cũng trở nên chân thực hơn. Sự chuyển đổi từ những thứ có tải trọng lớn như *Curiosity* sang hàng hóa của con người gần như chỉ là sự nâng cấp về tỷ lệ, tần suất vận chuyển hàng hóa và oxy. SpaceX đang tinh chỉnh tàu vũ trụ *Dragon* để nó có khả năng chở theo bảy phi hành

gia với hi vọng bay lên Trạm Vũ trụ Quốc tế vào năm 2016, dù Musk gần đây đã nói rằng: “Năm 2017 có vẻ như là một kì vọng thực tế cho thời điểm chúng tôi lần đầu đưa người vào vũ trụ”. Ông đùa rằng một phi hành gia đi chui trên *Dragon*, con tàu hiện đang tiếp tế cho ISS, sẽ sống sót sau chuyến bay vì một phần của *Dragon* đã được điều áp; nó đã được thiết kế ngay từ ban đầu là có thể chuyển đổi từ chở hàng sang chở người.

Hiện nay, tàu vũ trụ *Soyuz* của Nga là phương tiện duy nhất có thể đưa các phi hành gia lên trạm vũ trụ và quay trở lại trong trường hợp vắng mặt tàu con thoi. Bắt đầu được sử dụng từ năm 1966 và cùng với tên lửa đẩy *Soyuz* đưa nó bay vào vũ trụ, tàu vũ trụ *Soyuz* đã minh chứng được mình chính là phương tiện vũ trụ đáng tin cậy nhất trong lịch sử. Nổi tiếng từ bộ phim *Gravity*, luôn có ít nhất một chiếc tàu vũ trụ *Soyuz* neo đậu trên Trạm Vũ trụ Quốc tế với vai trò của một phương tiện thoát hiểm khẩn cấp. Người Nga thu hơn 50 triệu đô-la cho mỗi lần đưa phi hành gia lên trạm vũ trụ. SpaceX cũng muốn thương vụ này.

Cuối năm 2014, NASA đã phóng tàu vũ trụ *Orion* đời mới trên tên lửa đẩy Delta IV lên quỹ đạo cao khoảng 5.800 kilomet so với Trái Đất. *Orion* được

thiết kế chở sáu phi hành gia làm nhiệm vụ lên Trạm Vũ trụ Quốc tế, bốn phi hành gia lên Mặt Trăng và xa hơn nữa. Tên lửa đẩy mạnh hơn được thiết kế riêng cho *Orion* sẽ ra mắt vào năm 2018. Tàu vũ trụ trông khá giống một khoang của *Apollo* và không khác gì một phương tiện di chuyển lên Mặt Trăng thế-hệ-thứ-hai. Elon Musk nói rằng ông thấy thiết kế của tàu *Orion* trông chẳng khác nào một chiếc *Apollo* cỡ lớn. Các nhà khoa học lại phản bác bằng việc cho rằng thiết kế này đã được chứng minh là giảm thiểu được rủi ro.

Orion từng được thiết kế để khám phá Mặt Trăng và nơi kết nối với một tiểu hành tinh vào những năm 2020. Mới đây thôi, NASA vẫn còn khá thận trọng trong những kế hoạch thực hiện chuyến bay có người lên Sao Hỏa. Hiện tại, họ chỉ mơ hồ dự đoán Sao Hỏa là mục tiêu sử dụng đích thực của *Orion* nhưng không đưa ra cam kết chắc chắn về mặt thời gian, ngoại trừ việc nói sứ mệnh Sao Hỏa có thể được thực hiện vào những năm 2030. NASA luôn mắc kẹt ở suy nghĩ: Chúng ta nên xây dựng một căn cứ trên Mặt Trăng trước tiên để học hỏi thêm, sau đó mới nỗ lực làm điều tương tự trên Sao Hỏa. Với tốc độ phát triển của *Orion*, Musk và có lẽ cả các nhà đầu tư tên lửa tư nhân khác đang tiến gần Sao Hỏa hơn NASA rất nhiều.

Dù vậy, sự phát triển của hai tàu vũ trụ khác nhau có thể đưa người lên Sao Hỏa – *Dragon* của SpaceX và *Orion* của NASA – đã thay đổi câu hỏi cơ bản vẫn tồn tại từ thời *Das Marsprojekt* được chấp bút: Chúng ta có thể đến Hành tinh Đỏ không? Câu trả lời là có. Câu hỏi mới được đặt ra là: Chúng ta có thể sống được trên Sao Hỏa không? Câu trả lời cũng là có nhưng có lẽ, Elon Musk sẽ nói rằng điều này khó lường lắm.

4 Những câu hỏi lớn

Vào thời điểm này – chưa đầy hai thập niên trước khi con người đặt chân lên Sao Hỏa – rất nhiều người vẫn còn hoài nghi. Những người trong lĩnh vực kinh doanh vũ trụ có khuynh hướng cho rằng chúng ta nên đến Mặt Trăng để thiết lập một căn cứ thử nghiệm trên đó trước đã. Hoặc họ nói rằng có quá nhiều khó khăn không lường trước được trong việc biến Sao Hỏa trở thành nơi con người có thể sinh sống được. Sự thật là, viễn cảnh đặt chân lên Sao Hỏa đi liền với rất nhiều thách thức.

Chúng ta hãy tạm dừng một chút để điểm lại một số câu hỏi thường gặp.

Liệu một nhóm người có thể du hành cùng nhau trong không gian cực kì chật hẹp, dưới sự căng thẳng đáng kể trong suốt chín tháng mà không xảy ra án mạng không? Hãy trả lời câu hỏi này bằng một câu hỏi khác: Không phải cuộc sống trong những chiếc tàu ngầm chạy bằng điện/dầu diesel hồi Chiến tranh Thế giới thứ hai đã trả lời cho câu hỏi này rồi sao? Ngoài ra,

hiểu biết về tâm lý con người đã tiến bộ tới mức việc lựa chọn người phù hợp với sứ mệnh Sao Hỏa không còn là một thách thức. Chúng ta rất giỏi nhận diện người phù hợp trở thành phi công thương mại, đội SEAL của lực lượng hải quân¹ và những người đang nắm giữ những vị trí quan trọng hội tụ cả áp lực, óc phán đoán và trí thông minh. Nhà nghiên cứu hệ thống vũ trụ, Angelo Vermeulen, người dẫn dắt một nhóm phi hành gia trong môi trường giả lập cuộc sống trên Sao Hỏa trong bốn tháng trên đảo Hawaii, nói rằng: “Tất cả đều nằm ở việc lựa chọn phi hành đoàn. Bạn cần chọn để không chỉ các kĩ năng mà cả khả năng tương thích tâm lý đều phù hợp. Bạn có thể nhanh chóng nhận ra những vấn đề sẽ phát sinh bằng cách đơn giản để mọi người sống cùng nhau một tuần và giao cho họ một vấn đề thách thức nào đó cần giải quyết. Nếu trục trặc xảy ra, thường là bạn sẽ thấy chúng ngay. Không bao giờ có gì đảm bảo rằng sẽ không có vấn đề nào xảy ra trong suốt một thời gian dài. Nhưng bạn nên bắt đầu cùng một phi hành đoàn thể hiện rõ là thích làm việc cùng nhau và kiên cường.”

Liệu có ai sẵn sàng trả các khoản chi phí – ước tính lên tới 5 tỉ đô-la để đến được Sao Hỏa và 30 tỉ đô-la để thiết lập một căn cứ nhỏ trên đó không? Elon Musk đã trả lời câu hỏi đó bằng cách đầu tư tiền vào

¹ Lực lượng thủy quân chiến đấu đặc biệt.

những gì mình đã nói. Ông tuyên bố SpaceX sẽ không cổ phần hóa cho đến khi tên lửa phóng lên Sao Hỏa của hãng cất cánh. Tên lửa đó thậm chí sẽ lớn hơn nhiều so với tên lửa thế hệ tiếp theo của SpaceX, chiếc Falcon Heavy, dự kiến cất cánh vào cuối năm 2015 hoặc đầu năm 2016 với 27 động cơ và lực đẩy ở tầng một mạnh gấp ba lần tên lửa hiện tại của SpaceX, chiếc Falcon 9. Nói cách khác, Musk sẽ không để công ty của mình chịu tác động từ các cổ đông, những người chỉ luôn thêm khát lợi nhuận, cho đến khi ông chắc rằng mình có thể đến được Sao Hỏa. Musk thừa nhận "sứ mệnh đầu tiên sẽ rất đắt đỏ" nhưng ông cũng hi vọng rằng các nhiệm vụ trong tương lai sẽ được tài trợ chủ yếu bởi những hành khách sẽ đi hành trình. Như von Braun đã nói, một chuyến đi Sao Hỏa không tốn hơn "một phần tỉ xiu trong ngân sách quốc phòng hàng năm của chúng ta".

Có đủ hệ số an toàn để tăng tỉ lệ thành công lên 95% trong sứ mệnh này không? Hãy hỏi nhà thám hiểm kiêm đạo diễn phim James Cameron, người gần đây đã thiết lập kỉ lục thế giới về tàu ngầm có người lái lặn xuống rãnh Mariana. Ông đã chỉ ra rằng nếu những nhà thiết kế những thiết bị mạo hiểm khắc phục một cách cẩn thận mọi vấn đề rõ ràng và đã gặp trước đó, những vấn đề khó tránh khỏi và ngoài mong đợi cũng có thể được khắc phục.

Các phi hành gia có tan xác trong môi trường không trọng lực kéo dài không? Đây vẫn luôn là một thách thức đáng kể, nhưng gợi ý của von Braun về việc neo các tàu vũ trụ với nhau và quay chúng để tạo ra trọng lực nhân tạo có thể hữu hiệu đối với hành trình lên Sao Hỏa. Tàu vũ trụ có thể được thiết kế theo hình bánh xe để xoay tròn và tạo ra trọng lực. Nhưng cần lưu ý rằng hành trình đến Sao Hỏa chỉ dài hơn khoảng hai tháng so với thời gian mà một phi hành gia hoạt động trên Trạm Vũ trụ Quốc tế. Trong năm 2015 và 2016, đại úy người Mỹ, Scott Kelly, và nhà du hành vũ trụ người Nga, Mikhail Kor Nienko, đã dành cả năm phiêu bạt trên ISS và từ nhiệm vụ của họ, chúng ta sẽ biết thêm những tác động dài hạn của tình trạng không trọng lực lên cơ thể con người. Nói chung, trọng lực trên Sao Hỏa chỉ hơn một phần ba trọng lực trên Trái Đất một chút nhưng các nhà khoa học vẫn cho rằng như vậy cũng đủ để con người có thể tồn tại. Thêm vào đó, nghiên cứu gần đây cho thấy nhiều loài có thể tiến hóa để phù hợp với những môi trường mới nhanh hơn chúng ta vẫn nghĩ. Xã hội Sao Hỏa có thể thích ứng được với tình trạng trọng lực yếu trong vòng vài chục thế hệ.

Nếu các phi hành gia bị ốm thì phải làm thế nào?

Các nhà thám hiểm leo núi và vượt đại dương đi khắp thế giới từ lâu đã học được một điều: Đưa một người đã được đào tạo về cấp cứu đi cùng là một ý tưởng đúng đắn. Nhưng các thủy thủ từng thực hiện những chuyến đi

biển dài ngày một mình, những người đã đi vòng quanh Trái Đất bằng đường biển đã chứng minh đa số các vấn đề có thể được giải quyết bằng bộ cứu thương đầy đủ và huấn luyện bài bản. Tuy nhiên, du hành vũ trụ không phải là giông bão ra khơi và một số nhà thám hiểm rất có thể sẽ ngã bệnh và chết.

Còn bức xạ thì sao? Đây vẫn luôn là băn khoăn lớn. Bức xạ Mặt Trời tồi tệ nhất đến từ vết lóa Mặt Trời và các cơn phun trào bức xạ cực quang¹ có liên quan từ Mặt Trời. Chúng ta chưa phát minh ra công nghệ có thể loại trừ bức xạ Mặt Trời và vũ trụ nhưng chúng ta có thể thiết kế không gian cứu hộ trong những thiết bị di chuyển liên hành tinh, được che chắn đặc biệt trước các hiện tượng như vết lóa Mặt Trời. Và sẽ có những cảnh báo đầy đủ để con người tìm được nơi an toàn cho đến khi cơn bão bức xạ qua đi. Elon Musk đã đề xuất một chiếc phi thuyền được bảo vệ bằng một lớp nước. Nhiều giải pháp khác nhằm làm chệch hướng hay hấp thụ phóng xạ nhưng các phi hành gia đến Sao Hỏa chắc chắn sẽ phải chịu lượng phóng xạ cao hơn rất nhiều so với mức cho phép trên Trái Đất. Văn phòng của NASA đang

¹ Vết lóa mặt trời và cơn phun trào bức xạ cực quang đều là hiện tượng được sinh ra do sự tương tác của các hạt mang điện tích từ gió mặt trời với tầng thượng quyển của mặt trời. Chúng gây ảnh hưởng đến các hoạt động của con người như làm gián đoạn các tín hiệu thông tin, tín hiệu điện và gây ra các bệnh nan y.

tiến hành đánh giá để tăng giới hạn phóng xạ mà các phi hành gia được phép chịu đựng như một cách để đưa họ đến Sao Hỏa làm việc theo những hướng dẫn vận hành. Khi đã ở trên Sao Hỏa, nơi khí quyển chỉ bảo vệ rất hạn chế, không có từ quyển¹ hay vành đai Van Allen để chống lại phóng xạ, con người sẽ phải dành phần lớn thời gian trong các môi trường đã được che chắn hay dưới lòng đất.

Các tàu vũ trụ vẫn được nghiêm túc phát triển để đổ bộ lên Sao Hỏa nên nhiều câu hỏi khác sẽ tiếp tục nảy sinh và những câu trả lời mới sẽ sớm được tìm ra.

¹ Từ quyển là vùng không gian bao quanh một hành tinh, được điều khiển bởi từ trường của hành tinh đó. Từ quyển của Trái Đất cùng với khí quyển giúp ngăn chặn các dòng hạt tích điện, bảo vệ sự sống trên Trái Đất.

5 Tính kinh tế của Sao Hỏa

Nếu không ai có thể đến được Sao Hỏa một cách tiết kiệm, cuối cùng sẽ chẳng ai sống ở đó. Điều đáng chú ý là Elon Musk đã nhận ra toàn bộ tính khả thi của việc định cư trên Sao Hỏa phụ thuộc vào các vấn đề về chi phí cơ bản hơn là những cản trở về mặt môi trường như không có không khí để thở, bức xạ nguy hiểm và có tiếp cận được với nguồn nước hay không.

Cuối năm 2012, Musk đã có một buổi nói chuyện tại Hiệp hội Hàng không Hoàng gia ở London tập trung vào chủ đề công nghệ tên lửa – đặc biệt về vấn đề tái sử dụng tên lửa, như von Braun đã đề xuất năm 1952 – sẽ làm thay đổi đáng kể tính kinh tế của việc du hành vũ trụ như thế nào, nếu không muốn nói là xác định xem con người có thể sống được trên Sao Hỏa hay không.

Lưu ý rằng chi phí để phóng một chiếc tên lửa Falcon 9 là khoảng 60 triệu đô-la và chi phí nhiên liệu chỉ chiếm 0,3% trong số đó. Musk nói: “Vì vậy, nếu chúng ta có thể sử dụng cùng một chiếc Falcon 9

một nghìn lần thì chi phí tiền vốn sẽ giảm từ 60 triệu đô-la cho mỗi chuyến bay xuống còn 60.000 đô-la mỗi chuyến. Đó rõ ràng là một khác biệt cực kì lớn.” Falcon 9 không đủ lớn để đưa dù chỉ một người lên Sao Hỏa nhưng Musk đã chỉ ra rằng chúng ta có thể tiết kiệm đáng kể chi phí bằng cách tái sử dụng tên lửa, một hệ số sẽ được nhân lên gấp nhiều lần khi chúng ta sử dụng các loại tên lửa khổng lồ cần thiết để xây dựng nền văn minh tự chủ trên Sao Hỏa.

Nếu việc tái sử dụng không thành công, Musk nói: “Tôi không nghĩ rằng chúng ta sẽ có đủ khả năng để chi trả số tiền khổng lồ đó vì đó là sự khác biệt giữa một thứ tiêu tốn 0,5% GDP với một thứ tốn toàn bộ GDP mỗi năm”. Ông bổ sung: “Tôi nghĩ hầu hết mọi người sẽ tán thành, kể cả nếu bản thân họ không định là hành khách, rằng nếu chúng ta đang bỏ ra từ 0,25 đến 0,5% GDP để thiết lập một nền văn minh tự chủ trên một hành tinh khác, [đó] có lẽ là điều đáng làm. Nói chung, nó giống như một dạng chính sách bảo hiểm nhân thọ với mức phí bảo hiểm hợp lý, thêm vào đó, nó sẽ là một chuyến phiêu lưu thú vị dù bạn không trực tiếp tham gia. Cũng như khi con người bay lên Mặt Trăng, chỉ vài người thật sự đã đến đó nhưng theo một nghĩa khác, họ đã đại diện cho tất cả chúng ta. Tôi nghĩ đa số

sẽ cho rằng đó là một điều tốt đẹp. Khi chúng ta nhìn lại và tổng kết về những điều tuyệt vời đã xảy ra trong thế kỉ XX, sự kiện này hẳn sẽ đứng ở vị trí gần đầu danh sách. Do đó, tôi nghĩ đặt chân lên Sao Hỏa là một việc làm đáng giá, thậm chí dù không phải ai cũng sẽ là hành khách.”

Trả lời câu hỏi sau buổi thuyết trình, đôi lần Musk phát biểu như thể mình là giám đốc điều hành của một hãng hàng không thành công thay vì của một công ty tên lửa đang trong giai đoạn phát triển. Giả sử có đủ người cho mỗi chuyến đi nếu giá của mỗi chuyến là hợp lý, Musk gợi ý rằng SpaceX có thể kiếm tiền bằng cách bán những chiếc vé một chiều trị giá 500.000 đô-la một chiếc. Vừa mới đây, ông nói rằng những chiếc vé sẽ “hy vọng là rẻ hơn 500.000 đô-la mỗi lượt, hoặc gần như vậy”.

Musk tưởng tượng một người di cư lên Sao Hỏa điển hình là một người khoảng 40 tuổi, ở hữu một ngôi nhà thuộc tầng lớp trung lưu trị giá 500.000 đô-la. Có lẽ người này đang chán việc và quyết định sẽ bán hết mọi thứ để mua tấm vé một chiều lên Sao Hỏa từ SpaceX, số tiền còn lại sẽ đủ để hỗ trợ cho một công việc kinh doanh nho nhỏ.

Trong phần hỏi-đáp ở London, Musk nói:

Việc thiết lập một căn cứ trên Sao Hỏa dứt khoát cần một số tiền lớn. Về cơ bản là tạo dựng điều kiện sống cơ bản, sẵn sàng sử dụng. Hãy gọi đó là phí kích hoạt căn cứ trên Sao Hỏa. Điều này cũng đúng với những thuộc địa của người Anh. Họ thật sự đã mất chi phí rất lớn để gây dựng mọi thứ. Bạn chắc chắn không muốn trở thành một phần của Jamestown¹. Nơi này từng rất tệ. Phải mất khá nhiều công sức để thiết lập những thứ cơ bản trước khi nền kinh tế được hình thành tiếp theo. Đó là một sự đầu tư và chúng ta cần huy động tiền của để thực hiện, nhưng đến khi đã có các chuyến bay thường xuyên, tất nhiên bạn cần phải hạ giá xuống mức 500.000 đô-la để có người chuyển tới Sao Hỏa, bởi vậy tôi cho rằng sẽ có đủ người mua vé – họ chỉ cần bán đồ đạc trên Trái Đất rồi chuyển tới Sao Hỏa – để nó trở thành một thương vụ kinh doanh hợp lý. Không cần phải có nhiều người – dân số Trái Đất hiện là bảy tỉ người và có lẽ sẽ đạt mốc tám tỉ vào cuối thế kỉ – và thế giới nói chung sẽ giàu có hơn nên tôi cho rằng chúng ta chỉ cần 1/10.000 người quyết định muốn đi Sao Hỏa là đủ; thậm chí là 1/100.000 người cũng được.

¹ Jamestown là tên thuộc địa đầu tiên của Anh tại Tân Thế giới, được thành lập vào năm 1607, trên một bán đảo gần dòng sông James, ngày nay thuộc tiểu bang Virginia, Mỹ.

Con số ở cuối phần ước lượng của Musk – 1/100.000 người quyết định là người tiên phong – nghĩa là có tới 80.000 người định cư trên Sao Hỏa, tương đương với quy mô của một thành phố nhỏ trên Trái Đất. Đó có vẻ là một sự lạc quan điên rồ nhưng khi trả lời câu hỏi của thính giả, Musk nói: “Mọi dự đoán luôn khó lường. Nếu bạn hỏi ai đó thời kì đầu của ngành hàng không, dự đoán thị trường của anh là gì? Ý tôi là họ sẽ cực kì sai lầm. Có lẽ là tương đối bi quan. Thậm chí, những người lạc quan nhất trong thời kì đầu của ngành hàng không cũng có vẻ giống những kẻ bi quan ngày nay.”

Thực tế, Musk đã hình dung con số lớn hơn nhiều so với 80.000 người trong một thành phố trên Sao Hỏa. Ông mơ ước tương 80.000 người tham gia chỉ trong một chuyến đi. Musk nói với tôi trong buổi phỏng vấn: “Chúng tôi không thiết kế một hệ thống vận chuyển vài ba người. Chúng tôi đang lập kế hoạch cho một hệ thống vận chuyển thuộc địa Sao Hỏa – một khi đã vận hành, nó sẽ đủ khả năng thiết lập thuộc địa tự chủ trên Sao Hỏa. Một hệ thống vô cùng to lớn. Chúng tôi dự định sẽ hoàn thành phiên bản 1 của hệ thống này trước năm 2030. Từ năm 2030 đến năm 2050, chúng ta sẽ có 10 lần quỹ đạo của Trái Đất và Sao Hỏa được đồng bộ... điều này có nghĩa là trong vòng 20 năm, sẽ có khoảng 40.000 hay 50.000 người tới được Sao Hỏa.”

Musk nói đề xuất Mars Colonizer của mình sẽ chỉ có hai tầng tên lửa: “Nó có phần động cơ đẩy, chỉ để thoát khỏi trọng lực của Trái Đất, và một phần nữa là tàu vũ trụ, sự tích hợp của tầng trên và tàu vũ trụ. Với Falcon 9, tầng trên và tàu vũ trụ là hoàn toàn tách biệt, nhưng trong trường hợp của Mars Colonizer, chúng sẽ được hợp nhất. Phần động cơ đẩy sẽ giúp tên lửa đi được nửa đường đến quỹ đạo của Trái Đất, sau đó, tầng trên sẽ lo nốt phần còn lại. Vậy là bạn sẽ có một tên lửa chở nhiên liệu [trong quỹ đạo của Trái Đất] để bổ sung nhiên liệu đẩy cho tàu vũ trụ.”

Một lượng lớn Mars Colonizer sẽ tập trung ở quỹ đạo Trái Đất. Musk gọi chúng là “hạm đội”. Ông lưu ý rằng “nếu muốn có một thuộc địa, bạn sẽ phải gửi rất nhiều tàu lên đó cùng lúc. Tối ưu là phóng chúng lên hai năm một lần và bạn sẽ muốn tất cả hạm đội khởi hành trong vòng một hoặc hai ngày.”

Ông nói chuyến đi đầu tiên sẽ chỉ có một hoặc hai tàu vũ trụ. “Dần dần, bạn sẽ có hàng trăm hay hàng nghìn tàu. Nếu muốn có một thuộc địa với hàng triệu dân, bạn phải làm điều gì đó tương tự như vậy. Tôi đang nói rằng hai năm một lần, 80.000 người sẽ cùng đi đến đó.”

Musk vẫn đặc biệt ấn tượng với sự tương đồng của Tân Thế giới với thực dân Anh. “Nó cũng giống như nước Mỹ”, Musk nói. “Có bao nhiêu chiếc thuyền của Anh đã cập cảng nước Mỹ trong lần đầu tiên? Chỉ một thôi. Và rồi sau đó 200 năm thì sao, có bao nhiêu chiếc thuyền đã đi từ Anh sang Mỹ? Hàng nghìn chiếc. Vậy nên sẽ có một điều gì đó tương tự. Tân Thế giới có hi vọng. Và có thể Sao Hỏa cũng vậy.”

Musk tin rằng cuối cùng có thể sẽ có hàng triệu người muốn lên Sao Hỏa và số lượt đăng kí vào những dự án như Mars One chứng tỏ có lẽ ông đã đúng. Nhưng ông cũng không định đóng vai Đấng Cứu thế. “Vấn đề không phải là tôi muốn gì, mà là *mọi người* sẽ muốn làm gì?”, Musk nói. “Tôi không biết mọi người muốn làm gì hay thế giới này sẽ ra sao, SpaceX lúc đó đang ở đâu.” Nhưng ông thêm rằng “hệ thống chúng tôi đang thiết kế sẽ có đủ khả năng” đưa con người đến đó nếu họ muốn. “Tôi lạc quan cho rằng đến năm 2050, sẽ có hàng chục nghìn người đến Sao Hỏa mỗi khi quỹ đạo giao nhau”, ông nói.

Nhưng hãy nhìn lại một chút. Trước khi những người tiên phong này đến được Sao Hỏa, sẽ phải có ai đó là những nhà thám hiểm *đầu tiên* chứ.

Theo những nhiệm vụ Sao Hỏa khác (không phải do Musk lên kế hoạch), trước khi có ai đó có thể đặt chân lên Sao Hỏa và ở lại một thời gian, hai điều phải xảy ra: Phải tìm được địa điểm hạ cánh/sinh sống thích hợp và nguồn cung ứng phải được gửi từ Trái Đất từ trước đó. Trong trường hợp lý tưởng, người máy sẽ thực hiện nhiệm vụ cung ứng và duy trì môi trường sống trước khi sứ mệnh đưa người lên Sao Hỏa được thực hiện.

Sứ mệnh Mars One đề xuất một hệ thống sử dụng xe thám hiểm tự hành để xây dựng môi trường sống từ những phần được chuyển đến bởi các nhiệm vụ cung ứng hàng hóa trước đó. Chắc chắn sẽ có nhiều vấn đề chuyên môn liên quan đến việc hạ cánh tàu chở hàng đúng vị trí, sau đó sắp xếp để thợ máy hay người máy kết nối chúng lại, rồi di chuyển hàng hóa, tái cấu trúc các khoang đơn vị cùng những tòa nhà có thể thổi phồng đã được đính kèm, nhưng chắc chắn không nằm ngoài khả năng của con người. Tuy nhiên, làm được tất cả việc đó vào năm 2025 như Mars One đề xuất dường như là điều không tưởng.

Kế hoạch Mars One dựa trên việc sử dụng các khoang vũ trụ *Crew Dragon* của SpaceX, dự kiến sẽ bắt đầu vận chuyển các phi hành gia lên trạm vũ trụ vào năm 2017. Mars One cũng trồng cây vào tên lửa đẩy

Falcon Heavy của SpaceX. Đang được phát triển trong vài năm qua, Falcon Heavy là một phương tiện kết hợp được thiết kế dựa rất nhiều vào tên lửa đẩy cơ bản của SpaceX (Falcon 9) với hai tên lửa Falcon 9 tăng một gần trên đó. So với Falcon 9, Falcon Heavy được thiết kế để có thể nâng mức tải trọng gấp bốn lần vào quỹ đạo. Với lực đẩy khoảng 2.250 tấn, nó trở thành tên lửa đẩy mạnh nhất Trái Đất (dù tải trọng nâng chỉ bằng một nửa so với tên lửa Saturn V của von Braun, tên lửa đã đưa tàu vũ trụ *Apollo* lên Mặt Trăng). SpaceX đã kí hợp đồng phóng tên lửa Falcon Heavy với khách hàng trong vài năm nhưng các chuyến bay thử nghiệm vẫn đang bị trì hoãn. Năm 2011, NASA đã đề xuất một kế hoạch mang tên Red Dragon nhằm kêu gọi việc sử dụng Falcon Heavy và một tàu vũ trụ *Dragon* để thám hiểm khoan thăm dò Sao Hỏa với chi phí thấp nhưng sứ mệnh này đã không bao giờ được thông qua.

Lộ trình được công bố trên website của Mars One kêu gọi gửi đi các chuyến bay chuyển hàng lên Hành tinh Đỏ vào năm 2022, tiếp sau, cứ hai năm lại đưa bốn người lên Sao Hỏa bắt đầu từ 2024. Hiện tại, trang chủ của website đang cho thấy sáu khoang đơn vị kiểu *Dragon* xếp ngay hàng thẳng lối trên bề mặt Sao Hỏa và kết nối với nhau bởi những đường ống. Về cơ bản,

đó là chiến lược mà những người đam mê Sao Hỏa như Robert Zubrin, nhà sáng lập của Hiệp hội Sao Hỏa, đã ủng hộ nhiều năm qua. Kế hoạch này phụ thuộc rất nhiều vào sự hợp tác quan trọng với SpaceX. Mars One công bố trên website rằng họ đã “đến thăm” SpaceX và nhận được thư bày tỏ nguyện vọng. Nhưng vẫn không có hợp đồng nào được kí kết giữa hai bên và Musk vẫn đang lưỡng lự không rõ tên lửa Falcon Heavy có thể sử dụng được cho một chuyến bay đến Sao Hỏa không. Tên lửa Mars Colonizer của ông “sẽ có lực đẩy mạnh gấp ba lần Falcon Heavy và gấp đôi Saturn V.” Trong khi đó, dường như rất nhiều khách hàng được ưu tiên đặc biệt cho cả dự án tàu *Dragon* và tên lửa Falcon Heavy đã không lựa chọn kế hoạch của Mars One. Từ giữa năm 2014, Mars One đã quyên góp được khoảng 600.000 đô-la. Số tiền này còn chưa bằng 1% chi phí phóng tàu vũ trụ *Dragon* lên quỹ đạo tâm thấp của Trái Đất trên tên lửa Falcon 9 thông thường. Mars One thu một khoản phí của những ứng viên cho vị trí phi hành gia, giúp họ có thêm vài triệu đô-la nữa. Ngoài ra, họ cũng theo đuổi bản quyền phát sóng với hi vọng hợp lý rằng du lịch trên Sao Hỏa có thể trở thành chương trình truyền hình thực tế ăn khách nhất mọi thời đại. Tuy nhiên, để kêu gọi được 6 tỉ đô-la cần thiết cho

phi hành đoàn đầu tiên cất cánh – theo lời CEO của Mars One, Bas Lansdorp – thì chặng đường mà họ cần phải đi vẫn còn rất dài.

Cho đến nay, Mars One dường như vẫn chỉ là một nhóm người lạc quan muốn lên định cư trên Sao Hỏa nhưng vẫn chưa chi tiền cho ý định mà trái tim mơ ước. Một vài tổ chức khác cũng có những đề xuất mơ hồ tương tự.

Ngược lại, dù chỉ tiết lộ chút ít về những kế hoạch chi tiết của mình, nhưng khi Elon Musk nói rằng SpaceX sẽ đưa con người lên Sao Hỏa và mừng tượng ra sẽ có hàng triệu người ở đó – viễn cảnh về việc sống trên một hành tinh khác hoang đường hơn hầu hết những đề xuất khác – người ta lại thấy không quá khó tin. Đó là bởi trước đó ông đã làm được những điều tưởng chừng như không thể. Musk là người đã cách mạng hóa hoàn toàn ngành công nghiệp ô tô vốn đã tồn tại 110 năm bằng cách đồng sáng lập Tesla Motors. Trong những ngày đầu lập nghiệp, nhiều người đã cười nhạo Tesla khi họ tuyên bố rằng tương lai 50 năm tới sẽ là kỉ nguyên của ô tô điện. Thế nhưng chỉ hai năm sau khi mẫu xe S của hãng bắt đầu được bán ra, ước tính có khoảng 70.000 chiếc ô tô đã lưu thông trên đường và

các chủ xe Tesla có thể thể lái chiếc xe của mình bằng băng ở khắp mọi nơi, dừng lại để sạc “nhiên liệu” miễn phí ở 174 trạm sạc điện Tesla (theo số liệu của Tesla Motors). Nếu lắp các tấm pin mặt trời tại nhà, bạn có thể lái một chiếc Tesla chỉ bằng điện từ ánh sáng mặt trời. Các siêu thị và bãi đỗ xe ở khắp mọi nơi cung cấp thêm dịch vụ sạc điện cho ô tô, nhiều nơi còn miễn phí dịch vụ. Sự yêu thích đối với dòng xe ô tô của Tesla chưa có dấu hiệu hạ nhiệt và Musk đang nâng cấp để năm 2020, công ty sẽ cho xuất xưởng 500.000 chiếc xe mỗi năm. Các công ty ô tô như Ford, Toyota và General Motors đang nháo nhào chạy theo Tesla. Trước khi họ có thể bắt kịp, Tesla sẽ giới thiệu dòng xe ô tô chạy điện giá rẻ dành cho thị trường phổ thông. Trong vòng 10 năm nữa, ô tô với động cơ đốt trong có vẻ sẽ hiện hình đúng bản chất của nó – một cỗ máy biến đổi xăng dầu thành nhiệt nhiều hơn là để chuyển động tịnh tiến, một món đồ cổ kì quái. Giờ thì Musk đang một lần nữa thực hiện điều đó với SpaceX – cách mạng hóa phương thức chúng ta bay vào vũ trụ.

Bị thúc giục bởi các kế hoạch táo bạo của Musk và cam kết sử dụng hệ thống tàu *Orion* để đưa người lên Sao Hỏa của NASA, các cường quốc về vũ trụ đã tham gia vào cuộc chạy đua lên Hành tinh Đỏ. Năm 2016,

Cơ quan Vũ trụ Châu Âu¹ đã hợp tác với Roscosmos, Cơ quan Vũ trụ Liên bang Nga, để phóng tàu thăm dò Sao Hỏa. (Đáng lưu ý rằng đây không phải là sứ mệnh Sao Hỏa đầu tiên của ESA, cơ quan này đã phóng tàu *Mars Express* lên thăm dò Hành tinh Đỏ vào năm 2003.) Tàu thăm dò sẽ đo lường các khí vết – còn gọi là khí vi lượng, là những khí chiếm chưa đến 1% thể tích khí quyển của Trái Đất. Năm 2018, hai tổ chức có kế hoạch cho xe thám hiểm tự hành đổ bộ lên bề mặt Sao Hỏa. Người Nga thảo luận việc xây dựng một tên lửa khổng lồ để đối trọng với Hệ thống phóng tên lửa không gian của NASA, dự tính có thể thực hiện nhiệm vụ đưa người lên Sao Hỏa vào khoảng năm 2030. Trong khi đó, Trung Quốc cũng tuyên bố những kế hoạch đưa xe tự hành tương tự như loại xe trên Mặt Trăng của họ lên Hành tinh Đỏ vào khoảng năm 2020.

Con người cần có bốn yếu tố để duy trì sự sống trên Trái Đất: thức ăn, nước, nơi trú ẩn và quần áo. Và con người lại cần đến năm điều kiện để duy trì sự sống trên Sao Hỏa: thức ăn, nước, nơi trú ẩn, quần áo và oxy. Tìm ra nguồn cung của năm yếu tố thiết yếu này sẽ đảm bảo được việc con người trở thành loài sinh vật liên hành tinh trong tương lai.

¹ European Space Agency – ESA

6 Sống trên Sao Hỏa

Bài toán học búa về nước

Cơ thể của chúng ta chỉ có thể chống đỡ được sự tổn thương của não bộ sau bốn phút không có oxy và thiếu dưỡng khí trong 15 phút có thể dẫn đến tử vong. Nhưng không ai trong chúng ta hi vọng tìm thấy oxy trên Sao Hỏa. Chúng ta sẽ phải tự mình tạo ra oxy. Và chúng ta có thể làm việc này với nước – nếu có thể tìm ra nó. Nếu tìm thấy nước trên Sao Hỏa, chúng ta có thể tạo ra oxy theo nhiều cách, bao gồm phương pháp điện phân đơn giản – cho dòng điện chạy qua nước. Do đó, nước là một trong những yếu tố quan trọng nhất giúp con người duy trì sự sống trên Sao Hỏa, đặc biệt là khi nó quá nặng để có thể vận chuyển từ Trái Đất. Nếu Sao Hỏa không có nước như chúng ta vẫn nghĩ, con người sẽ không thể sống ở đó được.

Nhiều năm trước, khi tàu thăm dò và tàu đổ bộ Sao Hỏa mới chỉ là những phác thảo trên giấy, NASA đã đưa ra một quyết định quan trọng: “theo dấu vết nước”.

Mục đích không phải là tập trung thôn tính hành tinh này mà là truy tìm sự sống của người ngoài hành tinh. Không có nước, không có sự sống. Điều này dường như có chút mỉa mai khi những nỗ lực của NASA trong việc điều tra xem liệu có tồn tại sự sống trên Sao Hỏa hay không thực tế lại dẫn chúng ta đến việc nhận thức một điều hoàn toàn khác: *có thể* tồn tại sự sống trên Sao Hỏa – sự sống của con người.

Tin tức thu thập được từ rất nhiều tàu vũ trụ, gồm *Curiosity*, *Mars Reconnaissance Orbiter*, *Mars Odyssey*, *Mars Express* và thậm chí những tàu đổ bộ *Viking* hồi những năm 1970, đã chứng minh rằng có nước trên Sao Hỏa. Nhưng chỉ đến khi tàu đổ bộ *Phoenix* chạm xuống chỏm băng ở vùng cực Bắc vào năm 2008, người ta mới chính thức xác nhận không chút hoài nghi rằng nước đóng băng tồn tại trên Sao Hỏa và thứ nước này có thể dễ dàng tìm thấy trên tầng đất mặt của Sao Hỏa, tầng phong hóa.

Dù Sao Hỏa có diện tích bề mặt chỉ bằng khoảng 28% kích thước của Trái Đất, diện tích đất liền của hai hành tinh lại gần bằng nhau vì 70% bề mặt Trái Đất được bao phủ bởi các đại dương và sông hồ. Không có phần nào trên Sao Hỏa được bao phủ bởi nước, với

một điểm độc đáo cực kì quan trọng. Có thể có hơn bốn triệu tỷ mét khối nước trên bề mặt của Hành tinh Đỏ, nhưng hầu hết đều ở dạng băng đá. Do đó, nước có thể xuất hiện trên Sao Hỏa từ rất lâu trong điều kiện khí quyển đặc biệt, nhưng chỉ đến khi khí quyển trở nên đậm đặc hơn và nhiệt độ bề mặt trở nên ấm hơn, nước mới tồn tại ở dạng lỏng.

Phần lớn nước đá nằm ở cực Bắc và cực Nam của Sao Hỏa, một ít thì chôn vùi ưới lớp băng CO_2 . Nếu tất cả lượng băng này tan chảy, cả hành tinh có thể sẽ bị bao phủ bởi một đại dương sâu cả trăm mét. Nước thì rất nhiều nhưng vẫn không nhiều bằng lượng nước mà các nhà nghiên cứu địa chất đã chứng minh từng chảy trên hành tinh này. Có hàng chục nghìn lưu vực sông và vô số đáy sông. Khoảng chừng một phần ba diện tích Sao Hỏa có thể từng được bao phủ bởi đại dương. Một phần của Elysium Planitia, một đồng bằng rộng lớn gần xích đạo, có thể đã là biển của một mảng băng vỡ rộng như Biển Bắc trên Trái Đất.

Băng trên Sao Hỏa rất nhiều nhưng ước tính lượng băng có thể được tìm thấy trong mỗi mét khối đất phong hóa lại rất khác nhau, từ khoảng 1% đến 60%. Có một số lượng lớn các hồ băng nhỏ ở ngay dưới bề mặt Sao Hỏa và rất nhiều trong số đó có vẻ như thuộc

một đường gân xích đạo. Các hồ nước đóng băng sẽ là một khám phá cực kì may mắn cho những người định cư đầu tiên.

Một lượng nước từng chảy tự do trên hành tinh này dường như đã bốc hơi vào vũ trụ khi Sao Hỏa mất đi tầng khí quyển của nó. Tàu vũ trụ *MAVEN*, hiện đang trong quỹ đạo quay quanh Sao Hỏa, đã cung cấp rất nhiều thông tin về điều này. Nhiều phần nước trên Sao Hỏa đã rút xuống dưới lòng đất nhưng đa số nước gắn với lớp băng bề mặt. Nếu những di dân Sao Hỏa đánh giá “sự giàu có” của mình dưới dạng nguồn nước, họ có thể cực kỳ sung túc. Nếu Hành tinh Đỏ được chứng minh là khô cằn và không hề có nước như nó vẫn thể hiện qua những hình ảnh từ kính thiên văn và các chuyến bay qua Sao Hỏa trước đó, có lẽ chúng ta đã để mắt tới hành tinh xa lạ hơn để nhập cư – Sao Kim.

Đến nay, việc tìm kiếm nguồn nước trên Sao Hỏa đã được chứng minh là không quá khó nhưng biến nó trở lại chất lỏng sẽ là thử thách lớn cho những cư dân đầu tiên. Phần lớn vấn đề liên quan đến nước nằm ở lượng năng lượng cần để có được nước ban đầu. Đa số nước chúng ta tìm thấy đều dưới dạng băng trộn lẫn với đất mặt. Nó là một loại tầng đất bị đóng băng vĩnh cửu, không thể xuyên thủng nếu không có búa khoan.

Thậm chí khi đã khoan được, việc hóa lỏng nước có thể cần tới các công nghệ khai thác đá và rất nhiều máy móc tiêu tốn nhiên liệu khác. Do đó, những người đi khai hoang đầu tiên sẽ cực kì may mắn nếu tìm thấy một hồ nhỏ chứa băng tinh khiết.

Viễn cảnh tốt đẹp hơn cả sẽ là việc tìm ra nước lỏng. Điều này có thể xảy ra dưới lòng đất sâu. Rất nhiều suy đoán về các mỏ nước dưới bề mặt Sao Hỏa được nêu ra nhưng không ai biết chắc chắn sự thật. Các phi hành gia đầu tiên cần khoan xuống độ sâu vừa phải với hi vọng tìm thấy nguồn nước lỏng. Chiết tách nước từ bề mặt Sao Hỏa hay từ một chiếc giếng không phải ngành khoa học tên lửa, nhưng nó vẫn cần các dụng cụ chuyên dụng, bao gồm lò nung và các thiết bị chưng cất (mặt khác, việc hạ khoan sẽ tạo ra các núi phun băng, tức là nước lỏng phun lên bị đóng băng ngay lập tức khi tới bề mặt).

Trong một trường hợp khác, các phi hành gia sẽ phải đập vỡ các khối đất phong hóa ra khỏi phần bề mặt, trong các nhiệm vụ tiếp tế sau đó, xe ủi đất cỡ nhỏ hoặc xe tải được mang tới sẽ giúp tăng năng suất lao động của từng người. Đất phong hóa sẽ được đặt trong lò nung và gia nhiệt cho đến khi băng bốc hơi thành hơi nước, rồi hơi nước sẽ được chưng cất và lọc thành nước có thể uống

được. Rất nhiều chất thải cần phải giải quyết, chưa kể quá trình này còn đòi hỏi rất nhiều năng lượng – một phần năng lượng có từ pin Mặt Trời nhưng phần nhiều trong số đó có thể đòi hỏi một lò phản ứng hạt nhân cỡ nhỏ.

...

Cuộc sống trên Sao Hỏa trong những năm đầu tiên cần rất ít đồ dùng cần thiết và nhu yếu phẩm có sẵn từ Trái Đất. Giống như những chiếc xe Tesla của Elon Musk, hầu hết mọi công cụ hay thiết bị được sử dụng trên Sao Hỏa sẽ cần phải được tính toán một cách cẩn thận. Việc hạ khoan để tìm kiếm nguồn nước không thể dừng lại giữa chừng chỉ vì ai đó không lường trước một vấn đề cụ thể nào đó – như một mỏ khoáng sẽ cần một mũi khoan đặc biệt chẳng hạn. Để tồn tại được ở một mức kỳ vọng nhất định, mọi tình huống đều phải được lường trước.

Vậy chúng ta có thể làm gì nếu những phi hành gia đầu tiên đặt chân lên Sao Hỏa nhận ra mọi nỗ lực trong việc xử lý đất phong hóa, khoan tìm nước hay đục băng ra khỏi bề mặt Sao Hỏa đều thất bại thảm hại? Chúng ta vẫn còn một phương án dự phòng khác. Tàu *Viking* của NASA, tàu vũ trụ đầu tiên hạ cánh an toàn lên Sao Hỏa năm 1976, đã cho chúng ta biết rằng

khí quyển trên hành tinh này có thể mỏng nhưng nó lại ẩm với ẩm độ thường là 100%. Năm 1998, một nghiên cứu được công bố bởi Đại học Washington đã cho ra mắt một thiết bị gọi là Lò phản ứng hấp thụ hơi nước¹, có khả năng chiết xuất đủ nước từ khí quyển của Sao Hỏa để hỗ trợ cho cuộc sống của con người. Bài báo nhấn mạnh “khí quyển Sao Hỏa được phân tích kỹ lưỡng nhất và là nguồn nước bao trùm trên khắp hành tinh... [mặc dù Sao Hỏa] có khí quyển cực kì khô so với Trái Đất... trung bình, khí quyển Sao Hỏa đang giữ lượng nước tối đa có thể, ví dụ độ ẩm tương đối về đêm vẫn đạt 100%... ở hầu hết các mùa và các vĩ độ.”

WAVAR sử dụng các khoáng chất hấp thụ nước gọi là zeolite², thứ xuất hiện trong tự nhiên dưới dạng khoáng chất trên Trái Đất và dễ dàng sản xuất thương mại. (Chúng được sử dụng trong các máy hút ẩm công nghiệp để hút hơi nước trong không khí.) Bài báo về WAVAR tiếp tục chỉ ra quá trình này có thể đơn giản ra sao: “Khí quyển trên Sao Hỏa được quạt hút vào hệ

¹ Water Vapour Adsorption Reactor – WAVAR

² Zeolite là những tinh thể khoáng alumino silicate. Cái tên zeolite được nhà khoáng học Thụy Điển, Axel Fredrik, Cronstedt nghĩ ra năm 1756, trong tiếng Hi Lạp, “zeo” có nghĩa là “đun sôi” và “lithos” có nghĩa là “đá” (Wikipedia).

thống sau khi qua lớp lọc bụi. Không khí sau lọc đi qua lớp hấp thụ, tại đây hơi nước sẽ được tách khỏi dòng khí. Khi lớp hấp thụ đã đạt đến độ bão hòa, hơi nước sẽ được giải phóng ra khỏi đó (giải hấp), cô đọng và dẫn đến bình chứa. Thiết kế này chỉ có bảy thành phần: lớp lọc, lớp hấp thụ, quạt, bộ phận giải hấp, cơ chế xoay lớp hấp thụ, bình ngưng hơi nước và một hệ thống kiểm soát chủ động.”

Để giữ cho cấu tạo và khối lượng của nhiệm vụ này nhỏ gọn đến tối đa, WAVAR được thiết kế để đến Sao Hỏa trong một tàu chở hàng và bắt đầu tạo ra nước hai năm trước khi phi hành đoàn đến nơi.

Nói một cách khác, điều có lẽ là hiển nhiên lúc này: Nếu Sao Hỏa có nước như chúng ta vẫn nghĩ, việc duy trì sự sống của con người sẽ trở nên khả dĩ.

Vấn đề nan giải về khí oxy

Tiếp theo sẽ là vấn đề oxy. Khi hết oxy trong trang phục du hành vũ trụ, bạn chỉ có thể hít vào cacbon dioxit (CO_2) mà mình đã thở ra, rồi mất đi ý thức. Cái chết sẽ đến không lâu sau đó. Con người có thể chịu được không quá 5% lượng CO_2 trong không khí hít vào trong một thời gian rất ngắn, một phần là bởi chúng ta đã

tiến hóa để ngất đi khi có quá nhiều CO_2 như một cơ chế phản vệ của cơ thể.

Với cơ sở này, Sao Hỏa có vẻ là một nơi rất không thân thiện: Gần như không có oxy trong khí quyển. Theo tài liệu được gửi về từ xe thám hiểm tự hành *Curiosity* năm 2012, “không khí” trên Sao Hỏa bao có 2% nitơ, 2% argon, 95% cacbon dioxit, một lượng rất ít cacbon monoxit và oxy. Các con số này có thể dao động nhẹ khi đổi mùa bởi một số khí bị đóng băng ở các cực vào mùa đông và sau đó được giải phóng vào mùa xuân. Dù chỉ có chưa đến 1% oxy trong khí quyển nhưng Sao Hỏa vẫn có rất nhiều oxy. Bí mật nằm ở cấu tạo của cacbon dioxit, 28% cacbon và 72% oxy tính theo khối lượng phân tử. Nếu 95% không khí trên Sao Hỏa là CO_2 thì tính theo khối lượng, ít nhất 70% không khí trên Sao Hỏa là oxy. Và dù mật độ khí quyển ở Sao Hỏa chỉ bằng 1% so với Trái Đất, điều đó vẫn đồng nghĩa với rất nhiều oxy.

Nước được những người tiên phong khai thác từ Sao Hỏa thậm chí còn giàu oxy hơn – khoảng 89% khối lượng nước là oxy. Và những cư dân Trái Đất đã khá thành thạo một kỹ thuật đơn giản gọi là điện phân, có thể phân tách phân tử nước để giải phóng oxy. Quá

trình này diễn ra khi đặt hai điện cực trong một bể chứa nước và bật công tắc để dòng điện chạy qua nước. Thế đấy! Oxy có thể thu được ở một đầu bể, gần cực dương, và hydro có thể thu được ở đầu kia, gần cực âm. Hydro có thể được sử dụng như một nguồn nhiên liệu và năng lượng tuyệt vời. Thực tế, mọi học sinh cấp ba ở Mỹ đều phải thực hiện một phiên bản khác của mero điện phân này trong các giờ thí nghiệm hóa học. Và thêm một phần thưởng nữa: Một khi đã được phân tách, hydro và oxy chính là chất đốt phản lực lý tưởng cho tên lửa. Chỉ còn tồn tại một vấn đề duy nhất sẽ khiến những cư dân Sao Hỏa đầu tiên phải thất vọng: Quá trình điện phân cần rất nhiều điện.

Thật may mắn, NASA đã giải quyết được bài toán oxy nan giải này. Năm 2020, khi phóng thế hệ tiếp theo của xe thám hiểm tự hành *Curiosity*, NASA sẽ mang theo một loại pin năng lượng giúp biến CO₂ trong khí quyển Sao Hỏa thành khí oxy và cacbon monoxit.

Thiết bị đó có tên là MOXIE, viết tắt của Mars Oxygen In-Situ Resources Utilization Experiment (Thí nghiệm sử dụng nguồn oxy tại chỗ trên Sao Hỏa). Nguyên lý hoạt động của MOXIE cũng tương tự như điện phân trong nước, nhưng khác ở chỗ nó sử dụng

ceramic nhiệt độ cao trong không khí. Tiến sĩ Michael Hecht, trưởng nhóm nghiên cứu dự án thiết bị MOXIE, giám đốc trợ lý chuyên quản lý nghiên cứu tại Đài thiên văn Haystack của MIT, cho biết: “Một nguồn điện áp cao sẽ đi qua đĩa ceramic để tách chọn lọc những ion oxy đã được tạo ra ở bề mặt.” Mục tiêu của NASA với MOXIE không hẳn là để chứng minh chúng ta có thể tạo ra oxy để thở, mà để chỉ ra rằng chúng ta có thể tạo ra chất oxy hóa cho nhiên liệu tên lửa. Oxy nặng hơn các nhiên liệu tên lửa khác như hydro hay metan rất nhiều, do đó, NASA luôn bị ám ảnh với ý tưởng tạo ra oxy trên Sao Hỏa để chuẩn bị cho chuyến bay trở về Trái Đất. Sẽ tiện hơn nhiều khi không còn phải chở theo nhiên liệu cho cả hai chiều đi và về trên Sao Hỏa.

Mô-đun MOXIE trên chiếc xe thám hiểm tự hành tiếp theo sẽ chỉ sản xuất được khoảng 15 lít oxy mỗi giờ ở điều kiện nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn. Có vẻ không nhiều lắm nhưng phổi của con người chỉ tiêu thụ từ năm đến sáu mililit oxy mỗi phút. Hecht cho biết: “Mấu chốt là MOXIE có thể cung cấp đủ oxy cho một người hít thở liên tục nếu người đó không quá năng động.” Nếu MOXIE hoạt động tốt như mong đợi, NASA dự định sẽ tăng quy mô của thiết bị này lên gấp

100 lần, dù điều này sẽ cần một lò phản ứng hạt nhân để cung cấp điện.

“MOXIE được dự kiến có kích thước chỉ bằng một phần một trăm của thiết bị cuối cùng sẽ giúp hỗ trợ cho sứ mệnh của con người”, Hecht nói. “Đầu tiên, chúng tôi sẽ lập một trạm do người máy vận hành với lò phản ứng hạt nhân và máy sản xuất oxy; 26 tháng sau, chúng tôi sẽ gửi người lên đó sau khi đã xác nhận bình chứa O_2 đã đầy và lò phản ứng đang hoạt động.”

Ở Trái Đất, không khí mà con người hít thở có chứa khoảng 78% nitơ và 21% oxy. Dù có thể hít thở một hỗn hợp nhiều loại khí, gồm cả heli và oxy, con người vẫn không thể hít vào hỗn hợp khí với 20% oxy và 80% cacbon dioxit. Khí trộn lẫn với oxy cần phải không phản ứng, hay còn gọi là khí trơ như argon hay heli. Nitơ thường không được coi là khí trơ nhưng liên kết được hình thành giữa hai nguyên tử nitơ mạnh đến nỗi nó có xu hướng không phản ứng với các nguyên tử khác.

Bài toán nan giải về thực phẩm

Để tồn tại được trên Sao Hỏa, con người còn cần một nhu cầu thiết yếu khác chính là thực phẩm. Ngành khoa

học nông nghiệp là một lĩnh vực nghiên cứu phát triển cao ở nhiều nơi trên thế giới, trong đó có Mỹ. Vì vậy, rất nhiều ứng viên nghiên cứu sinh tiến sĩ đã dành nhiều năm trời cố gắng nghiên cứu để tìm ra chính xác chúng ta sẽ trồng trọt trên Sao Hỏa như thế nào. (Những cư dân định cư đầu tiên sẽ là những người ăn chay, dù muốn hay không, bởi về căn bản, chăn nuôi sẽ kém hiệu quả hơn.) Nếu các nhà thám hiểm đầu tiên hạ cánh xuống gần xích đạo, nhiệt độ ban ngày sẽ đủ ấm áp để sử dụng nhà kính bơm phồng. Chúng sẽ phải được bảo vệ tốt và sử dụng công nghệ năng lượng Mặt Trời thụ động, giống như một viên đá hấp thụ nhiệt do được tiếp xúc với ánh nắng Mặt Trời cả ngày, cũng như hệ thống sưởi ấm điện để bù lại sự giảm nhiệt mạnh về đêm. Cây trồng cũng cần mật độ không khí cao hơn mức vốn có trên Sao Hỏa. Một ngày điển hình trên Sao Hỏa quanh điểm chí¹ gồm 12 tiếng ban ngày và 12 tiếng ban đêm. Những ước tính về áp suất cần thiết bên trong nhà kính trên Sao Hỏa cũng biến động nhưng các nhà thực vật học hi vọng có thể trồng trọt trong những môi trường chỉ bằng 1/10 áp suất khí quyển của Trái Đất.

¹ Điểm chí (bao gồm Đông chí và Hạ chí) là khi Mặt Trời đạt tới vị trí cách xa xích đạo nhất.

Chúng ta đã biết từ các thí nghiệm trên Trạm Vũ trụ Quốc tế là thực vật có phát triển trong môi trường không trọng lực nhưng không ai biết chắc tác động của trọng lực Sao Hỏa – vốn chỉ bằng khoảng 38% trọng lực Trái Đất – lên các loại cây là gì.

Chúng ta cũng đã biết về đất phong hóa trên Sao Hỏa đủ để tự tin rằng nó sẽ trở thành mảnh đất màu mỡ, dù điều này còn phần nào phụ thuộc vào vị trí chính xác thu được đất mặt. Các mẫu đất khảo sát do tàu đổ bộ thu được và các phân tích thiên thạch bay xuống Trái Đất từ Sao Hỏa đã cho thấy có một loại đất sét trên tầng đất mặt gọi là sét tảo bản¹, rất phổ biến trên Trái Đất và thường được dùng làm cát vệ sinh cho mèo. Loại đất sét này hấp thụ nước dễ dàng và có thể tốt cho việc trồng trọt. Tuy nhiên, đất trên Sao Hỏa có thể quá kiềm hoặc quá chua, cần cải tạo và bổ sung dưỡng chất như nitơ. Kỹ thuật thủy canh – trồng cây trong môi trường nước giàu dưỡng chất mà không cần đến đất – là một phương án có khả năng thành công cao nhất, tất nhiên là trong trường hợp nước luôn sẵn có và được giữ dưới dạng lỏng.

¹ Smectite.

Angelo Vermeulen, nhà sinh vật học kiêm nghệ sĩ, người đã sống nhiều tháng trời trong môi trường giả lập Sao Hỏa, cho rằng: “Với tư cách cá nhân, tôi không tin là nhà kính sẽ dùng được. Có quá ít ánh sáng Mặt Trời và quá nhiều bức xạ. Nó chỉ đẹp khi xem trên những tấm bưu thiếp gửi về về Sao Hỏa chứ không thực tế.” Thay vào đó, ông hình dung thủy canh như những “buồng tăng trưởng”¹ chôn sâu dưới lớp đất đá để ngăn bức xạ Mặt Trời hay được đặt trong lòng đất, tại những ống dẫn nham thạch tự nhiên. “Tất cả mọi vấn đề về trồng trọt trên Sao Hỏa đều nằm ở sự kiểm soát”, Vermeulen nói. “Bạn phải kiểm soát môi trường hết sức tinh vi. Với hệ thống chiếu sáng đèn LED, bạn có thể điều chỉnh tần số, quang phổ và cường độ ánh sáng. Với phương pháp thủy canh, nước và dưỡng chất được kiểm soát chặt chẽ và bạn có thể chắc chắn hơn về một vụ mùa bội thu.”

Dù những cư dân Sao Hỏa đầu tiên sẽ phải làm dịu bớt bầu khí quyển đậm đặc cacbon dioxit trong các buồng tăng trưởng và nhà kính, cacbon dioxit liều lượng cao vẫn có thể giúp cây trồng tăng trưởng nhanh

¹ Buồng tăng trưởng (thường được dùng trong sinh học) là nơi thực vật được tạo mọi điều kiện tốt nhất để phát triển.

hơn và cho năng suất tốt hơn. “Bạn có thể điều chỉnh lượng khí CO₂ và xem mức nào có hiệu quả nhất”, Vermeulen nói. Tổng lượng ánh sáng Mặt Trời trên Sao Hỏa chỉ bằng khoảng 60% trên Trái Đất. Buổi trưa ở đây, ánh Mặt Trời cung cấp khoảng 600W năng lượng cho mỗi mét vuông cây trồng. Trên Trái Đất, con số này vào khoảng 1.000W mỗi mét vuông. Do đó, nắng trên Sao Hỏa tương đương với nắng trên Trái Đất khi Mặt Trời bắt đầu bước vào buổi chiều và nghiêng một góc 35 độ so với đường chân trời. Bạn có thể hình dung nắng trên Sao Hỏa giống ánh nắng yếu ớt trong những ngày đông giá rét ở các thành phố lớn trên Trái Đất như Milan, Chicago, Bắc Kinh và Sapporo.

Cây trồng trên Hành tinh Đỏ cần chứa càng nhiều dưỡng chất càng tốt trong khi chỉ chiếm rất ít không gian. Dù các hạt đậu rất giàu protein và chất xơ và nó có thể là một phần của chế độ ăn trên Sao Hỏa, quá trình nghiên cứu chính xác hỗn hợp giống cây nên như thế nào vẫn đang chưa hoàn tất. Nấm có thể phát triển thuận lợi trên phân trộn làm từ những phần cây trồng mà con người không ăn đến. Nếu Vermeulen thiết kế thực đơn, côn trùng cũng sẽ có trong đó: “Côn trùng nên trở thành một phần trong chế độ ăn của các phi hành gia. Châu chấu và dế rất giòn và giàu protein. Tôi

cũng thích cà món sâu bột sấy khô. Trong một dự án của tôi, chúng tôi rán chúng lên và trộn vào trong salad.”

Xà lách và các loại cây ăn lá khác sẽ là những món xa xỉ nhưng quan trọng. Vermeulen cho biết: “Xà lách không phải là một cây trồng lý tưởng. Nó có giá trị dinh dưỡng thấp và thể tích lại hơi lớn. Nhưng nó lại có tác dụng tâm lý rất tốt với con người – giòn và tươi mát”.

Nhà sinh vật học ngạc nhiên khi người ta vẫn nghĩ rằng các phi hành gia ăn thực phẩm đựng trong tuýp: “Các phi hành gia muốn những món ăn mang lại sự thoải mái, hạnh phúc. Họ muốn ăn cùng nhau. Trên Trạm Vũ trụ Quốc tế, họ muốn giữ lại chiếc bàn đã bị mang đi để họ lại có thể cùng ngồi ăn. Họ muốn hồi tưởng lại quê hương – một sợi dây gắn kết với văn hóa và đặc tính của họ. Các phi hành gia người Nga và Trung Quốc muốn các món ăn khác biệt với các món người Mỹ có thể thích.”

Một thí nghiệm gắn dây kéo dài 50 ngày do Bộ Kinh tế của Hà Lan tài trợ tại một nhà kính ở Hà Lan đã cho thấy những tín hiệu lạc quan về khả năng trồng trọt trên Sao Hỏa, dù nó không kiểm chứng được việc giảm trọng lực hay ánh sáng. NASA đã cung cấp cho những người trồng trọt Hà Lan mẫu đất ở Hawaii và

Arizona, thứ mà họ nghĩ có thể mô phỏng được tầng đất mặt ở Sao Hoả. Khoảng 4.200 loại thực vật đã được phát triển từ hạt giống, mọi hạt giống trồng trong loại đất mô phỏng đất Sao Hỏa đó đều nảy mầm. Cải xoong, cà chua, lúa mạch đen và cà rốt là những loại cây có vẻ phát triển mạnh trên loại đất mô phỏng Sao Hỏa, đồng thời giữ nước tốt, như kì vọng. Các thí nghiệm khác vẫn đang được tiếp tục tiến hành, bao gồm thí nghiệm ở Canada trên đảo Devon và một nhà kính của Hiệp hội Sao Hỏa ở Utah.

Bất kể việc gieo trồng lương thực trên Sao Hỏa thành công đến đâu, ở giai đoạn đầu, chúng cũng chỉ là một phần nhỏ trong chế độ ăn. Hầu hết thực phẩm tại đây sẽ đến từ Trái Đất. Vermeulen cho rằng: “Tôi không nghĩ là đến một lúc nào đó, 100% những gì bạn ăn sẽ là những thứ bạn trồng. Thành thật mà nói, nếu chúng ta đạt được mức có thể trồng được 10% thực phẩm của mình, đó cũng đã là một khởi đầu tuyệt vời rồi.” Một phần bởi buồng tăng trưởng và các thiết bị cần cho chúng đều rất tốn kém về mặt khối lượng và năng lượng, trong khi đây lại là hai yếu tố then chốt cho việc du hành không gian và sinh sống trên hành tinh khác.

Vấn đề học búa về nơi trú ngụ và quần áo

Giống với thực vật cần sự che chắn đặc biệt trên Sao Hỏa trong những ngày đầu tiên, con người cũng cần trang phục và nơi trú ngụ chuyên dụng để tồn tại trong môi trường Sao Hỏa.

Tàu vũ trụ bằng kim loại và những tòa nhà bơm hơi không phải là giải pháp lâu dài để chống chọi với khí hậu khắc nghiệt của Sao Hỏa. Có hai loại bức xạ mà các phi hành gia phải đương đầu – bức xạ Mặt Trời và bức xạ vũ trụ. Bức xạ Mặt Trời là loại bức xạ mà chúng ta vẫn thường trải qua khi đi tắm nắng trên bãi biển – những hạt năng lượng từ Mặt Trời xuyên qua khí quyển Trái Đất. Các tia bức xạ vũ trụ lại đến từ những nguồn huyền bí bên ngoài Hệ Mặt Trời của chúng ta và có mức năng lượng cao hơn, do đó, cũng nguy hiểm hơn nhiều. Ở Trái Đất, bầu khí quyển dày giúp ngăn cản bức xạ vũ trụ rất tốt. Lớp vỏ bọc thuần túy không chặn được bức xạ vũ trụ – nó có thể dễ dàng xuyên qua các lớp kim loại rất dày và gây ra nhiễu loạn trong các thiết bị điện. Bức xạ vũ trụ đến theo từng luồng nhỏ tản mát nhưng liên tục. Chúng ta rất khó chống lại nó bởi nó có mức năng lượng rất cao. Những người sống ở vùng cao so với mực nước biển như dãy núi Rocky hay

các phi công bay trên các tuyến đường vượt đại dương thường hấp thụ rất nhiều bức xạ vũ trụ. Không nghi ngờ gì nữa, việc tăng tiếp xúc với bức xạ sẽ có liên hệ tương ứng với việc tăng nguy cơ tử vong do ung thư, dù tỉ lệ tăng là rất nhỏ. Theo thời gian, việc tiếp xúc với bức xạ vũ trụ sẽ gây ra bất lợi đối với sức khỏe của con người.

Ngay lúc này, NASA đang xem xét gia tăng mức độ phơi nhiễm phóng xạ mà cơ quan này có thể chống đỡ cho các phi hành gia trong những chuyến đi dài lên Sao Hỏa. Bầu khí quyển mỏng trên Hành tinh Đỏ đã được chứng minh là không hấp thụ bức xạ Mặt Trời. Tuy nhiên, một vết lóa Mặt Trời trực tiếp, tuy hiếm gặp nhưng luôn có khả năng xảy ra, dĩ nhiên sẽ làm tổn hại đến sức khỏe của con người về lâu dài. Những người sống trên Sao Hỏa sẽ cần đến những nơi trú ẩn càng sâu dưới lớp đất phong hóa hoặc lớp đá càng tốt. Họ sẽ cần một nơi trú ẩn trong hang sâu hay thứ gì đó tương tự như vậy để tránh bão Mặt Trời đổ bộ trực tiếp xuống Sao Hỏa.

Đề xuất Mars Direct của Robert Zubrin đã được ấp ủ trong vài thập niên, kêu gọi xây dựng các cấu trúc có mái vòm, tương tự với lối kiến trúc hoàn hảo thời

La Mã, bằng cách sử dụng gạch được làm thủ công từ đất mặt trên Sao Hỏa. Chuỗi các tòa nhà hình mái vòm được xây san sát nhau có thể cung cấp nơi trú ẩn đặc biệt cho các phi hành gia, giúp họ tránh khỏi cái lạnh tê tái của Sao Hỏa cũng như bức xạ của Mặt Trời và vũ trụ, đặc biệt là nếu các tòa nhà này được che phủ bởi lớp đất mặt dày khoảng 3 mét.

Những người đề xuất đưa người lên Hành tinh Đỏ sinh sống cũng nói rằng những cư dân đầu tiên ở đây nên biết cách sử dụng các vật liệu sẵn có để tạo thành chất dẻo dùng trong xây dựng, tương tự với sắt và thậm chí là thép và đồng. Tất cả kế hoạch này đều đã được suy xét kĩ càng hợp lý nhưng chúng đòi hỏi cực kỳ nhiều năng lượng và các loại thiết bị chuyên dụng. Zubrin tưởng tượng ra các xe tải cỡ nhỏ được trang bị lưỡi máy ủi để đẩy những khối đất mặt đóng băng vô cùng cứng xung quanh.

Những chiến lược xây dựng nơi trú ngụ tốt sẽ còn được cải tiến cùng với kinh nghiệm. Trong suốt chiều dài lịch sử, loài người đã thích nghi rất tốt với môi trường xung quanh, sử dụng các loại vật liệu địa phương để tạo ra nơi trú ẩn thích hợp với từng môi trường riêng biệt. Và điều này sẽ tiếp tục được lặp lại

trên Sao Hỏa, nhưng những cư dân đầu tiên có thể sẽ phải xây dựng nơi trú ẩn trong những hang sâu hay trong các ống nham thạch để tránh bức xạ hiệu quả. Dần dần, khi Sao Hỏa đã được địa khai hóa để giống với Trái Đất, các mối nguy bức xạ sẽ được giảm bớt nhờ mật độ khí quyển tăng lên.

Trang phục cũng góp phần bảo vệ các cư dân khỏi bức xạ và giá lạnh. Và chỉ có trang phục mới giải quyết được một vấn đề đặc thù của Sao Hỏa: thiếu áp suất khí quyển. Tại Trái Đất, chúng ta luôn sống dưới tầng khí quyển rất dày. Hãy giơ tay ra phía trước và thử hình dung hàng kilomet khí quyển ở phía trên đang đè xuống mỗi centimet vuông da bạn. Áp suất khí quyển trung bình tại mực nước biển là 2,7 kilogam trên một centimet vuông. Cơ thể của chúng ta chuyển động chống lại áp lực không đổi đó. Còn tại Sao Hỏa, nơi mà áp suất không khí chưa bằng một phần trăm Trái Đất, không ai có thể sống lâu dài nếu thiếu trang phục điều áp để phù hợp với nội áp của cơ thể. Không giống vấn đề với nước, oxy, thực phẩm và thậm chí là nơi trú ẩn, giải pháp duy nhất cho áp suất là luôn mặc trang phục điều áp, trừ khi chúng ta thích sống trong những chiếc thùng điều áp hơn.

Dava Newman, giáo sư ngành du hành vũ trụ thuộc dự án Apollo của Đại học MIT, đang nghiên cứu thiết kế ra loại trang phục du hành vũ trụ nhẹ hơn, linh hoạt và không tăng áp cho việc “vận động trên các hành tinh”. Bà nói rằng “về mặt sinh lý học, bạn chỉ cần một phần ba áp suất khí quyển trên Trái Đất là được” hoặc thấp hơn 0,9 kilogam mỗi centimet vuông. Trang phục du hành của bà giống với quần áo thông thường hơn là những vỏ bọc kénh càng. Trong thiết kế BioSuit (đóng vai trò như lớp da thứ hai của con người) bà sử dụng polyme và hợp kim nhớ hình¹ để tạo ra loại trang phục bảo hộ co giãn hơn và bớt cồng kềnh hơn so với những trang phục điều áp hiện tại.

Để nâng cao tính cơ động, Newman không đưa vào thiết kế của mình lớp lá chắn bức xạ quá mức cần thiết. “Tôi không muốn đưa những thứ này vào trong bộ trang phục bởi lớp lá chắn đó thật sự rất nặng và đồ sộ. Chúng ta có cần phải che chắn bức xạ không? Tất nhiên là có – nhưng có lẽ chúng ta chỉ cần một ít trong trang phục thôi” vì các phi hành gia sẽ dành phần lớn thời gian trong những chiếc xe tự hành hoặc trong

¹ Là các loại hợp kim có khả năng ghi nhớ hình dạng ban đầu của chúng.

các môi trường đã được che chắn. Newman nói: “Đến thời điểm chúng ta đưa người lên Sao Hỏa, các xe thám hiểm tự hành và tàu thăm dò Sao Hỏa đã được gửi đi trước đó hàng thập kỉ sẽ cho chúng ta biết thêm về môi trường bức xạ.”

Tất cả những bản khoản kể trên có thể gói gọn thành một thách thức lớn nhất đối với con người trên Sao Hỏa: Chúng ta có thể sống trong một môi trường không chào đón sự sống như thế nào? Câu trả lời nằm ở việc tạo ra các kỹ thuật giữ ấm giúp tăng mật độ khí quyển – nói ngắn gọn, sẽ cấu trúc toàn bộ Hành tinh Đỏ để nó trở nên giống Trái Đất hơn. Quá trình đó được gọi là địa khai hóa và chúng ta sẽ cần hàng thế kỉ để hoàn thành công việc này. Nhưng nó có thể – và sẽ – được hoàn thành.

7 Thay đổi Sao Hỏa theo hình ảnh của Trái Đất

Loài người đã tự chứng minh mình có thể thích nghi rất tốt với những môi trường sống bất thường, dễ dàng hòa hợp với những môi trường khắc nghiệt như rừng mưa Amazon hay các tảng băng vĩnh cửu ở phía Bắc Greenland. Dù vậy, chúng ta chắc chắn sẽ mệt mỏi với những thiết bị thở, với việc phải liên tục giám sát mức oxy và cái lạnh tê tái của Sao Hỏa. Do đó, chúng ta sẽ tự nhiên chuyển sự chú ý sang việc tái thiết lập khí quyển của Hành tinh Đỏ sao cho nó có thể hít thở được và nâng nhiệt độ bề mặt lên mức ấm áp.

Lúc này, chúng ta cần lưu ý rằng nhiều nhà khoa học nghiên cứu về sự tiến hóa của Sao Hỏa, và những người có được thông tin từ những tàu vũ trụ đã được phóng lên đó từ những năm 1960, tin rằng hành tinh này từng có sông suối, ao hồ chảy khắp và ít nhất một đại dương, cùng với bầu khí quyển ẩm thấp và có thể cả sự sống.

Thật may mắn cho loài người, nước, mật độ không khí và hơi ẩm có một mối liên hệ. Khái quát đơn giản

như sau: Nếu nhiệt độ của Sao Hỏa có thể tăng lên, các loại khí đang bị đóng băng rất có khả năng được giải phóng – những khí này sẽ hòa vào khí quyển, kết quả là mật độ khí cao hơn, tạo ra hiệu ứng nhà kính. Nhiệt độ sẽ tăng, kéo theo sự tan chảy băng trên bề mặt, đặc biệt là ở những nơi gần xích đạo. Nước sẽ chảy ở dạng lỏng. Nước lỏng (và khí quyển thích hợp) sẽ cho phép các cư dân tại đây trồng trọt bên ngoài nhà kính. Theo đó, những cây trồng này sẽ bổ sung lượng oxy trong không khí. Giống như trên Trái Đất, những chìa khóa của sự sống và sinh thái học liên kết chặt chẽ với nhau.

Quá trình chúng ta thực hiện sự tái thiết lập này được gọi là “địa khai hoá”, có nghĩa là tạo hình đất. Nó còn có một biệt danh chính xác hơn là “tái thiết hành tinh”. NASA gọi đó là “quá trình tổng hợp sinh thái hành tinh.” Dù việc tiến hành địa khai hóa thường được cho là kết quả của nhiều nhà văn khoa học viễn tưởng, nhà thiên văn học Carl Sagan đã xuất bản một bài báo trên tạp chí uy tín *Science* năm 1961 đề xuất việc địa khai hóa sao Kim để nó trở thành môi trường con người có thể sống được.

Quá trình địa khai hoá là cực kì tốn kém và có thể mất đến hàng nghìn năm trước khi con người có

thể bước đi trên bề mặt Sao Hỏa trong điều kiện môi trường không khác gì dọc bờ biển phía Tây Canada. Nhưng nếu chúng ta có thể cải tạo để nhiệt độ của một số phần thích hợp trên Sao Hỏa tăng lên dù chỉ là vài độ, cuộc sống ở đây sẽ trở nên dễ chịu hơn nhiều khi các phi hành gia đầu tiên hạ cánh vào năm 2027. Những thay đổi đáng kể trong cung cách sống ngoài trời có thể đạt được chỉ trong vài thế kỉ.

Có một vài phương án làm ấm Sao Hỏa, bước đầu tiên của địa khai hóa. Trong số đó, cách tiếp cận quyền rũ nhất với kết quả nhanh nhất đơn giản là xây dựng những tấm gương khổng lồ để phản chiếu ánh sáng Mặt Trời lên phần bề mặt hành tinh. Cách này đặc biệt hiệu quả khi phản chiếu năng về phía vùng cực Nam, nơi có lớp băng khô dày bao phủ nước đá. Tuy nhiên, những tấm gương lại là phương pháp làm ấm Sao Hỏa đắt đỏ nhất và thử thách nhất về mặt kĩ thuật. Nhưng nếu được triển khai thì thời gian chúng có thể mang lại nước lỏng chảy như suối (trong những giờ có nắng, gần xích đạo) có thể chỉ tính bằng năm năm. Những tấm gương được sử dụng cho mục đích này phải linh hoạt, giống như những cánh bướm Mặt Trời, làm từ những lớp màng polyamide và phủ bởi một lớp nhôm cực kì mỏng. Và chúng sẽ phải lớn kinh khủng – bề ngang

dài 240 kilomet. Chúng có vẻ quá nặng để mang đi từ Trái Đất nên chúng ta sẽ chế tạo chúng trên Sao Hỏa. Chúng ta có thể tái sử dụng một buồm Mặt Trời đã dùng cho tàu vũ trụ tiếp tế hàng hóa vốn được chế tạo trên Trái Đất sau khi đi một quãng đường dài đến Sao Hỏa. Cánh buồm này sẽ cung cấp một phần lực đẩy cần thiết cho chuyến đi và khi đã đi vào quỹ đạo của Sao Hỏa, nó có thể được dỡ bỏ và chuyển đến vị trí mà nó sẽ được dùng để phản chiếu ánh sáng Mặt Trời ngược trở lại Sao Hỏa. Những tấm gương cũng đòi hỏi rất ít công nghệ; chúng có thể được đặt ở những địa điểm nhất định, nơi các tia từ Mặt Trời luôn đẩy chúng ra khỏi Sao Hỏa, trong khi ngược lại, trọng lực của hành tinh này luôn hút chúng lại. Chúng sẽ trở thành một loại vệ tinh, được gọi là statite¹.

Robert Zubrin nghiên cứu phương án làm ấm này và tính toán một tấm gương có bề rộng 240 kilomet có thể làm vùng cực Nam Sao Hỏa tăng thêm 10°C. Mức tăng nhiệt như vậy cũng đủ để giải phóng một lượng lớn khí cacbon dioxit, loại khí nhà kính có sức công phá mạnh mẽ, vào không khí. Một tấm kính dài 480 kilomet bề ngang có thể làm mức tăng nhiệt lên gấp đôi.

¹ Sự kết hợp của *static* – tĩnh – và *satellite* – vệ tinh.

Một phương án làm ấm đáng tin cậy khác liên quan đến việc đi vào vành đai tiểu hành tinh và xác định một khối đá to có chứa amoniac (NH_3) đóng băng. Xét cho cùng, để con người có thể thở được trên Sao Hỏa mà không cần đến các thiết bị chuyên dụng, chúng ta sẽ cần đến một loại khí đậm trong khí quyển. Trên Trái Đất, đó là khí nitơ, chiếm khoảng 78% lượng không khí chúng ta hít vào. Amoniacc cấu tạo gồm nitơ và hydro. Nếu một tiểu hành tinh chứa đầy amoniacc được điều khiển để va chạm với Sao Hỏa, nó sẽ tạo ra ít nhất hai tác động: tạo sức nóng giúp làm ấm Sao Hỏa và tăng lượng khí nhà kính lên. Sự va chạm đơn lẻ của một tiểu hành tinh lớn lên bề mặt Sao Hỏa có thể làm tăng nhiệt độ của Hành tinh Đỏ thêm 3°C . Nhưng không may, điều này cũng có thể dẫn đến kết quả thảm khốc khác: Một tiểu hành tinh va chạm với Sao Hỏa có thể dẫn đến viễn cảnh mùa đông hạt nhân, tung vào khí quyển nhiều mảnh vụn đến nỗi hành tinh sẽ trở nên thực sự lạnh lẽo trước khi ấm lên, theo đó trì hoãn việc địa khai hóa một thời gian dài. Ngoài ra, amoniacc là chất ăn da, một lượng lớn amoniacc trong không khí có thể gây ra những điều kiện tồi tệ hơn cả cacbon dioxit cho con người. Cuối cùng, tia cực tím sẽ phân tách amoniacc thành hydro và nitơ. Một phần hydro sẽ

phản ứng với oxit sắt trong tầng đất mặt và tạo ra nước. Một phần khác có khả năng sẽ tiêu tan trong không gian bởi trọng lực yếu của Sao Hỏa.

(Một giải pháp làm ấm Sao Hỏa khá phi thực tế khác là gửi tàu vũ trụ tự động đến một nơi giống như Titan, một Mặt Trăng của sao Thổ rất giàu các hợp chất hydrocacbon, và tìm cách hút metan lỏng, vốn chảy thành suối và đổ ra các đại dương nhỏ trên bề mặt Titan, rồi chuyển đến Sao Hỏa. Nếu các hydrocacbon như khí metan được giải phóng vào khí quyển Sao Hỏa, chúng sẽ tạo ra khí nhà kính, hơi nước và khí CO_2 .)

Chúng ta đã có bài học đắt giá trên Trái Đất rằng những loại khí gốc flo có tác động nhà kính mạnh hơn khí CO_2 hay hơi nước rất nhiều. Các chlorofluorocarbon, còn gọi là các khí CFC, chính là một ví dụ. Trên Trái Đất, chúng là loại khí nhà kính mạnh đã bị cấm sử dụng trong các bình xịt, tủ lạnh và máy điều hòa trên toàn thế giới bởi chúng có thể phá hủy tầng ozon. Nhưng trên Sao Hỏa, chúng có thể là một giải pháp. Các nguyên tố cần sử dụng để tạo ra các perfluorocarbon (PFC) trong các nhà máy trên Trái Đất được cho là hiện diện trong tự nhiên trên Sao Hỏa. Trong nhiều thập kỷ, chúng ta đã xây dựng các nhà máy như vậy ở Trái Đất để sản xuất

loại khí cho phép tủ lạnh và máy điều hòa hoạt động. Chúng ta đã có sẵn công nghệ. Nhưng việc tạo ra đủ PFC làm biến đổi bầu khí quyển Sao Hỏa sẽ đòi hỏi rất rất nhiều nhà máy được vận hành bởi hàng nghìn con người, một viễn cảnh có lẽ khó triển khai trước khi Sao Hỏa có thành phố đầu tiên.

Giải pháp làm ấm Sao Hỏa ít tốn kém nhất là sử dụng vi khuẩn chuyển hóa nitơ và nước thành amoniac hoặc tạo ra metan từ nước và cacbon dioxit. Vấn đề ở đây là nước. Chúng ta cần làm ấm hành tinh này để có nước dưới dạng chất lỏng nhưng chúng ta không thể làm điều này nếu thiếu nước. Đây là vấn đề đã làm đau đầu nhiều nhà khoa học, trong đó có J. Craig Venter, một trong những người đầu tiên tìm ra bộ gene của con người. Venter đã cố gắng biến đổi các vi khuẩn sẵn có trong suốt một thời gian dài. Ví dụ, các công ty dầu có thể sử dụng vi khuẩn đã được cải tiến sinh học trong các giếng dầu cũ, nơi vẫn còn khoảng 20% dầu nguyên chất, nhưng không thể dễ dàng bơm lên. Các vi khuẩn này có thể tiêu thụ dầu và giải phóng khí metan – khí tự nhiên – như một sản phẩm thải loại.

Chúng ta đang ở thời kì đỉnh cao tạo ra các loại vi khuẩn có thể được điều chỉnh để thực hiện những

nhiệm vụ nhất định. Nếu các dạng vi khuẩn mới có thể được phát triển để sống trong các mỏ khoáng sản trên tầng đất mặt của Sao Hỏa và thải ra PFC, Sao Hỏa sẽ sớm trở nên ấm hơn nhiều. Thậm chí, nếu chúng ta dùng những vi khuẩn có sẵn để tạo ra amoniac và metan, Sao Hỏa sẽ dần ấm lên chỉ trong vòng vài thập kỉ. Khí metan và amoniac được sản xuất ra cũng giúp bảo vệ con người khỏi bức xạ Mặt Trời và vũ trụ.

Vấn đề với việc sử dụng các loại vi khuẩn mới này là chúng có thể không dễ dàng dừng lại một khi đi bắt đầu. Vào những năm 1930, các nông dân Mỹ đã được phát hạt giống đậu lông để trồng nhằm ngăn xói mòn. Cây đậu lông không phải là thực vật bản địa của Mỹ và được xếp vào loài xâm lấn. Giờ đây, giống cây này đã lan khắp vùng Nam Mỹ.

Tất cả giả thiết đã nêu trên, tiểu hành tinh va chạm với bề mặt Sao Hỏa hay tạo ra vi khuẩn biến đổi gene có thể thải ra khí nhà kính, đều có thể có vấn đề dù đã được cân nhắc thấu đáo. Giải pháp đơn giản nhất và hiệu quả nhất, ít nhất là để bắt đầu quá trình, là sử dụng buồm Mặt Trời để làm ấm vùng cực. Vấn đề với việc sử dụng buồm Mặt Trời – nhằm phản chiếu ánh sáng Mặt Trời ngược trở lại Sao Hỏa – chủ yếu nằm ở

chi phí đắt đỏ, nhưng biện pháp này không đòi hỏi việc sử dụng công nghệ mà chúng ta còn chưa phát minh ra.

Một khi đã làm ấm Sao Hỏa đủ để nước có thể chảy, chúng ta nên có khả năng di chuyển các loài thực vật sinh trưởng tốt trên Trái Đất lên Sao Hỏa, nơi chúng có thể sinh sôi nảy nở dễ dàng trong bầu khí quyển giàu cacbon dioxit. Khi thực vật đã lan rộng, chúng sẽ bắt đầu sản xuất một lượng khí oxy đáng kể. Nhưng oxy không phải là khí nhà kính nên nó sẽ có xu hướng làm mát Sao Hỏa. Bởi Sao Hỏa đã có sẵn bầu khí quyển mỏng, trường trọng lực yếu và thực tế là bất kì loại khí nhà kính nào chúng ta tạo ra trên Sao Hỏa dần dần cũng bị phân hủy, việc bổ sung và liên tục thiết lập khí quyển Sao Hỏa là hết sức cần thiết. Giống việc chúng ta trồng thực vật là để làm sạch và lọc nước trên Trái Đất, các cư dân Sao Hỏa phải trồng trọt để duy trì bầu khí quyển đặc và có thể thở được.

Sự tương tác giữa các quá trình chúng ta tiến hành trên Sao Hỏa có thể vừa mang lại lợi ích, vừa gây ra tác hại nguy hiểm khó lường. Theo hướng tích cực, chúng ta càng làm tan chảy được nhiều băng để tạo ra nước dạng lỏng, càng có nhiều vi khuẩn có thể phân giải nitrat và giải phóng nitơ vào không khí – do đó lại

có thêm không khí để trồng cây, tăng oxy trong không khí. Các quá trình bổ trợ này thật đáng ngạc nhiên.

Đánh thức những dạng thức sống cổ xưa

Có một vài tình huống bất thường cần lưu ý khi con người bắt tay vào địa khai hóa Sao Hỏa, bao gồm khả năng khôi phục lại những dạng thức sống cổ xưa. Nếu chúng ta vẫn cho rằng nước đã từng chảy trên hành tinh này và ở đây từng có hồ lớn, sông dài và biển rộng cũng như lớp khí quyển dày đặc, không khó để hình dung có thể từng có một vài dạng sống tồn tại ở đây. Chúng ta chưa tìm thấy bất cứ dẫn chứng nào về sự sống từng tồn tại trên Sao Hỏa nhưng xe thám hiểm tự hành *Curiosity* đã chứng minh rằng Hành tinh Đỏ có các tiền đề hóa học cơ bản của sự sống. Như chúng ta đã biết, nước dạng lỏng là yếu tố then chốt để hỗ trợ sự sống nên cũng là hợp lý khi tin rằng Sao Hỏa không phải lúc nào cũng chết chóc như hiện tại.

Thực tế, có một học thuyết về cách sự sống bắt đầu trên Trái Đất có liên quan trực tiếp đến Sao Hỏa. Trong thời kì đầu của Hệ Mặt Trời, khi số lượng các tiểu hành tinh và các sao chổi là vô cùng lớn, nhiều mảnh vỡ cực lớn của Sao Hỏa đã bị bắn văng vào vũ trụ. Nếu có

một dạng sống tồn tại trong những khối đất đá này, có thể nó đã có một hành trình đến Trái Đất và tìm được bến đỗ mới tại đây qua một vụ va chạm. Chúng ta có bằng chứng cho thấy các vi khuẩn có thể chịu được việc du hành vũ trụ. Nước đã từng chảy trên Sao Hỏa khi sự sống mới bắt đầu trên Trái Đất. Dạng sống đã hình thành trên Sao Hỏa trước rồi sau đó mới đến Trái Đất. Điều đó có nghĩa là Sao Hỏa chính là nơi đã gieo mầm sự sống cho hành tinh của chúng ta.

Nhưng cũng có học thuyết đối lập. Trong thời kì đầu của Trái Đất, các khối đất đá trên hành tinh của chúng ta cũng bị văng ra sau khi chạm với các tiểu hành tinh. Mặt Trăng của chúng ta có thể thực sự được hình thành từ sự va chạm của một vật thể lớn với Trái Đất. Nếu chúng ta tìm thấy sự sống giống của Trái Đất trên Sao Hỏa, sự tương đồng giữa hai hành tinh và liệu có phải hành tinh này đã gieo mầm sự sống cho hành tinh kia hay không, sẽ là một câu đố đáng kinh ngạc. Thậm chí, quan trọng hơn là tìm thấy các vi sinh vật vẫn còn sống trên Sao Hỏa. Khám phá này sẽ mang lại lợi ích cực kì lớn cho những người di cư tới Sao Hỏa bởi những dạng sống này sẽ thích ứng riêng biệt với môi trường tại đây. Nếu những vi sinh vật này được hồi sinh bởi những dòng nước mới chảy trở lại, chúng ta chỉ có thể đoán

những lợi ích mà chúng mang lại cho bầu khí quyển và các dạng thực vật cao hơn. Thậm chí nếu những khảo sát lúc đầu không mang lại những tín hiệu rõ ràng nào về sự sống trên Sao Hỏa, chúng ta cũng không thể khẳng định có sự sống hay không cho đến khi những dòng sông bắt đầu chảy trở lại. Chỉ khi đó, chúng ta mới hiểu được những gì còn ẩn giấu trong tầng đất mặt, dưới những tảng đá và có thể là trong những rãnh nhiệt sâu hay trong các tầng ngậm nước dưới lớp bề mặt được nung nóng bởi hiệu ứng địa nhiệt.

Khi Sao Hỏa ấm lên, vào một sáng, những cư dân đầu tiên có thể thức dậy và nhận ra một thứ gì đó giống như rêu mọc lên dưới chân họ. Nếu tồn tại sự sống trên Sao Hỏa và có thể được hồi sinh nhờ sự ấm lên, nó có thể giúp con người đẩy nhanh quá trình thích ứng với hành tinh này. Dĩ nhiên, dạng sống này cũng có thể cực kì độc hại, thậm chí có thể xâm nhập vào những bộ trang phục vũ trụ hiện đại nhất và giết chết mọi con người sống trên Hành tinh Đỏ. Nhưng những gì chúng ta biết về sự sống trên Trái Đất gợi ý rằng viễn cảnh sau khó có thể xảy ra.

Một tình huống bất thường khác liên quan đến dạng sống mà chúng ta sẽ đem đến Sao Hỏa và khả

năng thích ứng của nó với nơi này. Dù chúng ta đã cố gắng hết sức tẩy sạch tàu vũ trụ trước khi rời khỏi Trái Đất, nó vẫn có khả năng mang theo vi khuẩn. Sẽ thật ngu ngốc nếu cho rằng xe thám hiểm tự hành trên Sao Hỏa là thứ vô trùng bởi chúng ta đều biết rằng những căn phòng sạch sẽ để lắp ráp chúng vốn không sạch sẽ như ta vẫn tưởng. Bằng cách này hay cách khác, chúng ta sẽ mang sự sống đến với Sao Hỏa. Và nó có thể sẽ tìm cách để sinh sôi, đặc biệt nếu chúng ta có nước lỏng.

Có nhiều vấn đề ngắn hạn liên quan đến địa khai hóa Sao Hỏa, chẳng hạn như làm ấm hành tinh, và những vấn đề dài hạn hơn, như làm thế nào để chuyển đổi bầu không khí độc hại thành một thứ con người có thể hít thở được. Những khó khăn này đã được khảo sát tỉ mỉ trong những chương trước nhưng vẫn đáng được nhắc lại trong phạm vi địa khai hóa bởi dưỡng khí luôn là thử thách khó khăn, tiêu tốn thời gian và tiền bạc nhất mà những cư dân đầu tiên trên Sao Hỏa phải đối mặt. Những cá nhân và nhóm đã quảng bá Sao Hỏa như một tiền đồn mới có thể lạc quan một cách chính đáng về khả năng sử dụng những công nghệ cần thiết để làm ấm hành tinh và khiến nước chuyển sang thể lỏng của chúng ta. Không giống như việc tạo ra một bầu khí quyển có thể thở được, vấn đề của

địa khai hóa liên quan đến lượng vốn chúng ta có thể bỏ vào đó hơn là thời gian. Những kỹ thuật nhanh nhất và tốn kém nhất có thể giúp tạo ra những thay đổi căn bản trên Sao Hỏa chỉ trong vài thập kỉ. Nhưng tạo ra oxy trong không khí thì sao? Nó có thể là công việc kéo dài hàng nghìn năm.

Hiện đang có hai khó khăn cực lớn. Thứ nhất là không khí con người hít thở trên Trái Đất có khoảng 21% là khí oxy, 78% là khí nitơ, hỗn hợp này là yếu tố quyết định. Nếu tỉ lệ oxy thấp hơn một chút, chúng ta sẽ bị uế oải; nếu cao hơn vài phần trăm, chúng ta sẽ bị tổn hại phổi. Nitơ mà chúng ta hít thở đóng vai trò “lấp chỗ trống” – nó không phản ứng với phổi và chúng ta có thể thở nó ra sau khi hít vào. Nhưng về thể tích, đó là phần lớn những gì chúng ta hít thở. Những khí trơ như argon – hay hỗn hợp nitơ-argon – có lẽ là hi vọng tốt nhất của chúng ta. Do đó, chúng ta không phải chỉ tìm đủ oxy để bơm vào khí quyển với 95% khí CO₂ của Sao Hỏa, mà còn phải thay thế phần lớn khí CO₂ sẵn có bằng một khí trơ. Phức tạp hơn, thậm chí nếu chúng ta có thể điều chỉnh lại không khí trên Sao Hỏa, hành tinh này sẽ có xu hướng trở nên lạnh lẽo hơn khi ta giảm bớt lượng khí cacbon dioxit. Một khí quyển chứa oxy và nitơ hay một loại khí trơ khác không phải là

môi trường có hiệu ứng nhà kính. Trên Trái Đất, một lượng lớn hơi nước cùng nhiều yếu tố khác có xu hướng duy trì sự ấm áp cho Trái Đất. Ví dụ, khi chúng ta làm ấm Sao Hỏa đến mức tan chảy băng, một lượng hơi nước lớn sẽ hòa vào không khí và tạo mưa và tuyết.

Các chiến lược do các nhà khoa học và kỹ sư đề xuất để tạo ra oxy trên Sao Hỏa vẫn còn sơ sài và chưa tỉ mỉ bằng đề xuất địa khai hóa của họ. Không phải tất cả công nghệ cần thiết để tạo ra dưỡng khí đều đã có sẵn. Chúng ta có thể dự đoán cách thực hiện nhưng không thể chắc chắn những nỗ lực sẽ có hiệu quả ngay trong thử nghiệm đầu tiên. Và chúng ta phải cực kỳ cẩn thận trong cách tiếp cận bởi nếu có sai sót, chúng ta sẽ không thể xóa bỏ được những gì mình đã làm.

Ngay cả những phương án tái thiết khí quyển Sao Hỏa lạc quan nhất cũng dự kiến phải mất 900 năm mới hoàn thành. Trong suốt khoảng thời gian đó, con người có thể sẽ tạo ra bước tiến kì diệu và chúng ta có lý do để nghĩ rằng mình sẽ thành công. Chỉ mới gần 50 năm trôi qua kể từ khi tàu *Apollo 11* hạ cánh xuống Mặt Trăng. Hai, ba trăm năm sau, với cơ sở kiến thức được nhân lên gấp bội cứ sau vài năm, chúng ta sẽ có những nhìn nhận sâu sắc hơn về vấn đề này. Và có một chất

xúc tác trong hỗn hợp – khả năng tái thiết kế vật chất di truyền học của chúng ta, đặc biệt là ở thực vật, đã phát triển với tốc độ chóng mặt. Mặc dù biến đổi gene bị coi là chuyện tối tẻ ở Trái Đất nhưng đây rất có thể là câu trả lời cho vấn đề tạo ra dưỡng khí cho con người sống trên Sao Hỏa.

Hãy cùng cân nhắc kỹ lưỡng những gì chúng ta đã biết về biến đổi khí quyển trên Sao Hỏa. Khi chúng ta làm ấm hành tinh và nước xuất hiện ở dạng lỏng, nó sẽ thủy hợp (hydrat hóa) các mỏ nitrat và giải phóng nitơ, khí thiết yếu cho sự sống của thực vật. Chúng ta càng trồng trọt nhiều trên Sao Hỏa, chúng ta sẽ càng có nhiều oxy. Khi nước chảy qua các hóa chất oxy hóa trong tầng đất mặt, nó sẽ phân hủy chúng và giải phóng thêm oxy. Một lượng lớn oxy đang được giữ trong lớp bụi đỏ bao phủ Sao Hỏa, thứ mà thành phần chủ yếu là sắt oxit.

Các máy móc nhỏ vận hành bằng năng lượng hạt nhân nhỏ có thể đi khắp bề mặt Sao Hỏa, thu lấy bụi đất, nung chảy nó và giải phóng oxy. (Nhưng có chút xa vời khi tưởng tượng đến việc dùng đến cả triệu thiết bị giống máy cắt cỏ, năng lượng tiêu tốn sẽ cực kỳ lớn.) Ý tưởng tuyệt vời hơn là theo lý thuyết của Robert Zubrin, tức là đưa vi khuẩn và các thực vật nguyên

thủy lên Sao Hỏa để bắt đầu quá trình tạo oxy, theo đó các thực vật bậc cao hơn, tạo ra nhiều oxy hơn, sẽ được phép góp mặt.

Bức xạ Mặt Trời và vũ trụ sẽ ảnh hưởng đến thực vật, nhưng khi chúng ta làm ấm hành tinh và bầu khí quyển trở nên đậm đặc hơn – dù là với cacbon dioxit – thì tác hại của bức xạ cũng sẽ được giảm bớt đi đáng kể. Như đã lưu ý trong chương trước, dù lượng CO_2 khổng lồ trên Sao Hỏa là bất lợi lớn với con người, nó cũng có thể mang lại lợi ích cho cây trồng. Cây trồng tiêu thụ CO_2 và thải ra oxy. Nhà vật lý Richard Feynman rất yêu thích câu nói: Cây cối không thực sự là thực vật sống nhờ đất – chúng lớn lên từ không khí. Chúng sống phụ thuộc phần lớn vào ánh Mặt Trời và cacbon dioxit dù đa số cũng cần nước từ đất. Thực vật được trồng trong bầu không khí giàu CO_2 trên Sao Hỏa, với khả năng tái thiết kế gene của chúng ta, sẽ cho phép tạo ra những giống cây tăng trưởng tốt hơn và nhanh hơn so với bất cứ nơi nào khác. Cuối cùng, di truyền học có thể là chìa khóa để tạo ra dưỡng khí. Chúng ta không thể trông đợi những loài thực vật mà chúng ta vốn biết có thể thực hiện những nhiệm vụ mới – chúng phải thay đổi một cách triệt để nhằm thích nghi với môi trường nhiều bức xạ, áp suất không khí thấp và ít nitơ hơn Trái Đất.

Dĩ nhiên, thực vật chỉ là một phần của giải pháp. Bởi khả năng thiết kế gene của các loại vi khuẩn và vi sinh vật khác của chúng ta đang tiến bộ rất nhanh, có lẽ chúng ta sẽ tạo ra các dạng sống có thể tiêu thụ những thứ không cần thiết trên Sao Hỏa, như CO₂ chẳng hạn, và thải ra những thứ con người cần, như oxy và nitơ.

Những nhận định này sẽ thành hiện thực sau cả nghìn năm, nếu không tính đến những tiến bộ khoa học và công nghệ có thể dự đoán được. Tháng 9 năm 2014, tàu thăm dò *MAVEN* của NASA đã tiến vào quỹ đạo của Sao Hỏa. Nó được thiết kế để nghiên cứu thượng tầng khí quyển và tầng điện ly của Sao Hỏa nhằm tìm ra không khí trên Sao Hỏa sẽ còn lại bao nhiêu sau khi bị gió Mặt Trời thổi bay. Toàn bộ dự án, sẽ kéo dài trong một năm, cố gắng khám phá xem điều gì đã biến Sao Hỏa, vốn có nước, ẩm ướt và khá ấm như chúng ta đã biết, thành nơi khô cằn và lạnh lẽo như bây giờ. *MAVEN* có thể sẽ cho chúng ta rất nhiều thông tin.

Những gì chúng ta biết chắc chắn là kiến thức về Sao Hỏa của chúng ta đang tăng lên chóng mặt. Khả năng thiết kế các dạng thức sống đang tiến bộ nhanh chóng. Chúng ta đang trở nên thông minh hơn và

nhANH hơn. Hãy nghĩ về những gì chúng ta đã biết về sinh học và hóa học 300 năm trước, hồi đầu những năm 1700. Rồi hình dung những gì chúng ta sẽ biết thêm trong 300 năm nữa, ở đầu những năm 2300. Hầu hết những gì chúng ta biết hiện nay có vẻ sẽ thành lạc hậu.

Chúng ta thay đổi Sao Hỏa hay thay đổi loài người?

Chúng ta đang tiến bộ rất nhanh trong lĩnh vực điều chỉnh gene – thao tác với các gene trong tế bào, bỏ đi một số thứ này và thêm vào những số thứ khác. Chúng ta đã thành thạo hơn việc sử dụng virus xâm nhập vào trung tâm tế bào của con người và thay đổi quá trình mã hóa gene bên trong chúng. Trong tương lai, quá trình này sẽ hướng đến việc chữa bệnh. Nhưng trước đó – có thể là trong vòng 50 năm – chúng ta có thể sẽ biến đổi gene của con người. Chúng ta đã và đang làm như vậy, theo nhiều cách chưa từng thấy. Và tự nhiên đã làm điều này từ rất lâu. Khoảng 8% mã gene của chúng ta đến từ những virus tấn công cơ thể người trong suốt quá trình lịch sử của chúng ta. Chúng xâm nhập vào tế bào con người và thay đổi ADN ở đó để giúp chúng sao chép, tái tạo. Chúng ta đang sao chép quá trình tự nhiên đó – dùng các virus xâm nhập vào tế bào người

và thay đổi chúng. Một công ty có tên Celladon tại San Diego đang trong những thử nghiệm giai đoạn 2 theo quy định của FDA¹, bao gồm quá trình điều chỉnh tế bào cơ tim của những bệnh nhân có tim đập yếu. Họ đang lập trình lại các tế bào tim. Và do đó, có một ý kiến vĩ đại như Sao Hỏa: Tại sao chúng ta không tái thiết kế tế bào phổi hay tế bào máu của con người để chúng có thể tách nguyên tử cacbon ra khỏi phân tử CO₂? Thật khờ khạo khi nghĩ rằng chúng ta không thể làm được điều đó trong vòng 300 năm tới.

Do đó, câu trả lời thực sự cho vấn đề chúng ta sẽ tồn tại được trên Sao Hỏa không nằm ở cách chúng ta sẽ thay đổi Sao Hỏa ra sao mà là cách chúng ta sẽ biến đổi con người như thế nào. Nghe có vẻ khủng khiếp nhưng điều này đã nằm trong tầm tay của chúng ta. Chúng ta đang toàn tâm toàn ý vận dụng nó để chữa bệnh hay nâng cao sức chống chịu với các loại bệnh. Chúng ta đang nhanh chóng vươn đến thời điểm con người, chứ không phải là thiên nhiên, kiểm soát được sự tiến hóa của chính mình. Không có lý do gì chúng ta lại không áp dụng kiến thức đó để biến hành tinh dự phòng của chúng ta trở thành một nơi đáng sống.

¹ Cục quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (Food and Drug Administration).

“Tôi nghĩ các phi hành gia sẽ được tăng cường năng lực nhờ liệu pháp gene”, Angelo Vermeulen nói. “Cơ thể con người không phù hợp với việc du hành vũ trụ. Chúng ta biết một vài người ít bị ảnh hưởng bởi bức xạ hơn những người khác. Chúng ta sẽ tìm ra nguyên nhân của việc đó và biến đổi gene của mình cho phù hợp.”

Có lẽ chúng ta sẽ không thể thay đổi con người trong một thế hệ để có khả năng hít thở bầu khí quyển đầy cacbon dioxit nhưng tôi hi vọng chúng ta sẽ có thể biến đổi gene của tế bào trứng và tinh trùng người để tác động thay đổi đó lên thế hệ tiếp theo. Cải tạo gene không còn là ảo tưởng. Nó đang xảy ra. Trong lúc đó, khi thời gian trôi qua và kỹ thuật địa khai hóa của chúng ta được cải tiến, chúng ta có thể tạo ra những tiến bộ song song trong cải tạo gene người để đến thời điểm, khi khí quyển Sao Hỏa chứa 40% cacbon dioxit, chúng ta đã tái thiết kế được con người có khả năng hít thở không khí chứa 40% cacbon dioxit đó. Di truyền học và địa khai hóa có thể đạt đến sự cân bằng tốt đẹp.

Biến đổi loài người có vẻ ảo tưởng hơn biến đổi một hành tinh nhưng lúc này, chúng ta đã có thừa khả năng thực hiện việc thứ nhất hơn là việc thứ hai.



Việc chúng ta có thể sử dụng một vài quyền năng vốn vẫn được cho là của các vị thần nghe có vẻ đáng ngại, nhưng việc đó đã xảy ra rồi. Chúng ta phải nắm bắt lấy những quyền năng đó để tồn tại.

8 Cơn sốt vàng tiếp theo

Thật không may, lý do quan trọng nhất khiến con người cố gắng biến đổi Sao Hỏa thành hành tinh dễ sống hơn mà không cần đến trang phục điều áp và mặt nạ dưỡng khí lại chẳng liên quan gì tới sự thật chúng ta đang tàn phá hành tinh của mình hay nhận thức được rằng chúng ta phải trở thành sinh vật liên hành tinh trước khi Mặt Trời lụi tàn và nuốt chửng hay đẩy bay Trái Đất ra khỏi quỹ đạo. Lý do con người đi lên Sao Hỏa cũng giống với lý do người Tây Ban Nha đến Tân Thế giới và những người nông dân đến Sutter's Mill, California¹ – để làm giàu. Giống như tất cả lĩnh vực mới trước đây, quá trình này cũng khởi nguồn từ niềm đam mê chinh phục và tìm kiếm sự giàu có. Một vài người trong số đó đã làm giàu bằng cách đơn giản là giúp đỡ những người khác đạt được điều này. Elon Musk đã nhìn nhận

¹ Tháng 1 năm 1848, thông tin James W. Marshall phát hiện ra vàng ở Sutter's Mill, California nhanh chóng loan đi khắp nơi, đã có hàng ngàn người trên khắp thế giới đổ về đây để tìm kiếm vàng với khát vọng đổi đời. Điều này đã tạo nên "Cơn sốt vàng California" nổi tiếng thế giới.

rõ rằng SpaceX cũng đi theo truyền thống ấy. Ông đã định giá cho tấm vé một chiều đi lên Sao Hỏa.

Sau khi những làn sóng những người đi khai hoang Sao Hỏa đầu tiên, thứ hai và thứ ba phát hiện ra không hề có vàng trong những lòng suối cạn, có thể họ sẽ bắt đầu tập trung vào phát ngôn ẩn sau website của NASA về những tiểu hành tinh gần Trái Đất: “Giá trị của khoáng sản nằm trên vành đai các tiểu hành tinh giữa quỹ đạo của Sao Hỏa và sao Mộc tương đương khoảng 100 tỉ đô-la cho mỗi người trên Trái Đất ngày nay.” Vành đai tiểu hành tinh giữa Sao Hỏa và sao Mộc có trữ lượng kim loại cực lớn, nhưng việc khai thác những kim loại đó từ Trái Đất lại rất khó khăn, một phần bởi chi phí đắt đỏ để thoát khỏi trọng lực khi phóng tên lửa. Nhưng Sao Hỏa có trọng lực yếu nên việc phóng tên lửa từ đây lên các tiểu hành tinh gần như chẳng mấy tốn kém. Và thêm một ưu điểm nữa – khoảng cách từ Sao Hỏa lên vành đai tiểu hành tinh ngắn hơn từ Trái Đất lên đó rất nhiều. Một khi việc định cư trên Sao Hỏa được thiết lập, việc khai thác các tiểu hành tinh từ Sao Hỏa sẽ rẻ hơn và dễ dàng hơn là từ Trái Đất.

Tuy nhiên, Musk lại cho rằng khai thác các tiểu hành tinh từ Sao Hỏa sẽ rất tốn kém nếu kim loại lại

được đưa trở về Trái Đất và nền thương mại đơn giản đó trên Hành tinh Đỏ sẽ duy trì số dân nhất định. “Cơ sở kinh tế cho thuộc địa Sao Hỏa sẽ là những gì con người làm trên Trái Đất – mọi thứ từ việc mở xưởng đúc sắt đến quán ăn Pizza Hut”, ông nói. “Nói về những thứ được vận chuyển trở lại Trái Đất, tôi nghĩ chủ yếu sẽ là tài sản trí tuệ. Nó có thể là giải trí, phần mềm hay thứ gì đó có thể được chuyển đi bằng photon chứ không phải nguyên tử. Bất cứ thứ gì được chuyển đi bằng nguyên tử sẽ cực kì đắt về mặt khối lượng, bởi chi phí vận chuyển nó ngược trở lại Trái Đất sẽ khá cao... Theo những gì tôi nhớ về thiết kế tàu, hàng lượt về [trong tàu vũ trụ quay về từ Sao Hỏa] sẽ ít hơn hàng lượt đi. Vì trong chiều về từ Sao Hỏa, bạn chỉ có tàu vũ trụ mà thôi – không có tên lửa đẩy.”

Trong khi đó, chúng ta có thể cần khai thác những tiểu hành tinh này sớm hơn dự kiến của bất cứ ai. Khi Trái Đất tăng dân số lên quá ngưỡng 8 tỉ người, nó sẽ dần cạn kiệt các kim loại quan trọng – thậm chí là cả những kim loại cơ bản mà chúng ta vẫn coi là hiển nhiên như đồng. Nhiều kim loại được tìm thấy ở vỏ Trái Đất có thể sẽ sớm cạn kiệt. Hầu hết các kim loại dễ khai thác như vàng, bạc, đồng, thiếc, kẽm, antimon và phốt-pho có thể sẽ không còn trong vòng một trăm

năm nữa. Có chút mỉa mai khi phải lưu ý rằng các kim loại và khoáng sản cấp thiết cần cho sản xuất và chế tạo các thiết bị điện tử trên Trái Đất lại đến từ những tiểu hành tinh. Nicken, paladi, molybden, coban, rhodi và osmi gốc thường chìm sâu xuống tâm Trái Đất khi nó được hình thành ban đầu dưới dạng một quả cầu nóng chảy. Những nguyên tố này bị kéo về lõi Trái Đất do lực hút mạnh mẽ của trọng lực. Khi Trái Đất bắt đầu nguội và lớp vỏ được hình thành, các hiện tượng xảy ra trong lúc Hệ Mặt Trời định hình đã tạo ra một cơn mưa các tiểu hành tinh, mang theo rất nhiều kim loại hiếm và bán hiếm mà chúng ta đang khai thác cho ngành sản xuất hiện đại.

NASA cùng nhiều công ty vũ trụ tư nhân theo chủ nghĩa cơ hội đã lường trước thị trường của các kim loại thu được từ vành đai tiểu hành tinh. Nhưng không phải ai cũng nhận ra việc khai thác các kim loại này từ Sao Hỏa sẽ hợp lý hơn nhiều. Cả Sao Hỏa và tiểu hành tinh Ceres đều có thể trở thành những căn cứ lý tưởng để triển khai hoạt động khai thác tiểu hành tinh, với những tàu chở hàng được gửi vào những quỹ đạo chuyển đổi Hohmann chi phí thấp rồi kết thúc hành trình tại Trái Đất sau nhiều tháng (hay tại chính Sao Hỏa, nơi cũng đang cần nguyên vật liệu để xây dựng

và duy trì chỗ định cư). Không khó để tưởng tượng ra cảnh các chuyến tàu khai thác đi về liên tục từ Sao Hỏa đến tiểu hành tinh và việc thiết lập các nhà máy trên Sao Hỏa sẽ chuyển hóa những kim loại và nguyên tố hiếm thành các thiết bị hoàn chỉnh đẹp đẽ rồi mới gửi chúng về hành tinh mẹ. Hãy tưởng tượng cảnh bạn nhìn thấy chiếc iPhone 30 với dòng chữ: Made on Mars (Sản xuất trên Sao Hỏa).

Các tiểu hành tinh chính là mỏ tiền gửi trong ngân hàng. Tiểu hành tinh loại S có đường kính hơn 12 mét (hơn 15% các tiểu hành tinh thuộc loại S) có thể chứa hơn 450 tấn nickel, vàng, bạch kim, rhodi, sắt và coban. Thông tin này đã thu hút được sự chú ý. Năm 2012, một công ty do Eric Schmidt, cựu CEO của Google, và Larry Page, đồng sáng lập Google, đầu tư đã được tái cấu trúc và đổi tên thành Tập đoàn Planetary Resources để khai thác các tiểu hành tinh. Năm 2013, sự dẫn dắt của Planetary Resources đã được tiếp bước bởi một công ty có tên Deep Space Industries. Hiện tại, website của công ty trông như một bộ phim khoa học viễn tưởng, với những hình minh họa của CubeSats, xe trinh sát và tàu vũ trụ khai thác mỏ khổng lồ được lắp ráp trong vũ trụ và không bao giờ có ý định xâm nhập khí quyển của một hành tinh nào. Nhà khoa học đứng đầu Deep

Space Industries là John S. Lewis, cựu giảng viên của trường Đại học MIT và Đại học Arizona. Ông là tác giả của cuốn sách *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets* (Tạm dịch: Khai thác bầu trời: Tài sản chưa được biết tới của các tiểu hành tinh, sao chổi và hành tinh). Nghe có vẻ hơi giống tiểu thuyết khoa học viễn tưởng nhưng nó hoàn toàn nghiêm túc. Deep Space đã đạt được những hợp đồng về tư vấn việc khai thác tiểu hành tinh với NASA và đang thiết kế tàu vũ trụ cỡ nhỏ để thăm dò những vị trí khai thác tiềm năng. Công ty này dự định sẽ bắt đầu hạ khoan trên một tiểu hành tinh thực sự vào năm 2023. Bản thân NASA cũng đang lên kế hoạch gửi phi thuyền chở người *Orion* lên tiểu hành tinh vào thời điểm đó.

Một khi căn cứ trên Sao Hỏa hoạt động tương đối ổn định, mọi người sẽ đổ xô đến đó. Chỉ cần nhìn sơ qua lượng người khổng lồ di cư từ nước này sang nước khác mỗi năm trên Trái Đất là chúng ta có thể nhận ra số người trên Trái Đất muốn đến nơi có tương lai tươi sáng hơn nhiều như thế nào. Nó là một phần của tinh thần con người.

Ví dụ, không phải ai cũng biết các thuộc địa ở Mỹ đã phát triển nhanh chóng như thế nào. Năm 1620, tàu

Mayflower chở theo 102 hành khách đến Plymouth, Massachusetts. Trong vòng 10 năm, Boston đã là một thành phố và đến năm 1640, hơn 30.000 người khai hoang mới đến, hầu hết trong số họ đều phân tán về phía tây. Jamestown, thuộc địa đầu tiên của Mỹ, bắt đầu với 104 cư dân năm 1607 và chỉ còn lại 35 người khi chuyển tàu tiếp tế đầu tiên cập cảng vào năm sau. Nhưng chỉ đến năm 1622, ít lâu sau khi tàu *Mayflower* cập cảng, dân số Virginia đã tăng lên 1.400. Những người định cư trên Sao Hỏa có thể không tăng nhanh như thế, dù quãng đường biển đi qua Đại Tây Dương trong những năm 1600 có thể sánh ngang với thời gian con người đi lên Sao Hỏa bằng tàu vũ trụ, và chi phí, trong điều kiện tương đối, cũng không khác nhau.

Sao Hỏa sẽ trở thành chân trời mới, niềm hi vọng mới và cả số mệnh mới của hàng triệu cư dân Trái Đất, những người sẽ làm mọi thứ để nắm lấy cơ hội đang chờ đón trên Hành tinh Đỏ.

Bất kì cuộc tranh luận nào về việc định cư trên Sao Hỏa cũng cần phải nhận ra con dốc trơn trượt giữa nhu cầu và lòng tham. Dù Sao Hỏa không có dân bản xứ để áp đảo, nó vẫn có thể dễ dàng gây ra cơn sốt khó kiểm chế để tìm kiếm tài nguyên, sự tàn phá môi

trường, sự phá hủy những nơi có giá trị nghiên cứu khoa học và thậm chí là cả cảm dỗ tái tạo thời kì nô lệ. Hiệp ước ngoài không gian (The Outer Space Treaty) năm 1967 và những hiệp ước theo sau khác đã cố gắng khiến các lãnh thổ bên ngoài Trái Đất trở thành sân chơi bình đẳng. Nhưng loài người đã chứng minh rằng họ cần luật lệ để kiểm soát hành động và thực thi chúng được tốt.

Nếu chúng ta làm sai, nếu chúng ta lặp lại sai lầm của chính mình trong quá khứ, những hậu quả có thể rất tàn khốc. Nhưng nếu chúng ta làm đúng, những lợi ích tiềm ẩn đối với tương lai của loài người sẽ cực kỳ bất ngờ.

9 Đường biên giới cuối cùng

Cách đây chưa đến 500 năm, Ferdinand Magellan đã dẫn theo năm chiếc thuyền nhỏ, vượt biển đi về phía Tây và đặt chân lên những vùng đất người châu Âu chưa từng biết đến. Dù sứ mệnh của Magellan là tìm ra tuyến đường mới đi đến châu Á nhưng kết quả chuyến đi của ông lại nằm ngoài dự kiến. Không ai biết con tàu có thể đi từ Đại Tây Dương đến Thái Bình Dương, dù Columbus và những người khác đã thực hiện những chuyến thám hiểm trước đó. Cả hạm đội đã chờ theo đồ dự trữ cho chuyến đi trong hai năm nhưng chuyến đi vòng quanh trên biển lại mất ba năm. Ngoài một chiếc tàu sống sót, tất cả các tàu còn lại đều bị mất tích hoặc phá hủy, nhiều thuyền viên đã chết và bản thân Magellan cũng bị giết bởi thổ dân Philippines. Cuộc chiến sinh tồn thật khó khăn và thường phụ thuộc hoàn toàn vào sự khéo léo của con người.

Hành trình đó đã thay đổi mọi thứ. Nó mở ra Kỷ nguyên Khám phá. Khi các châu lục và các nền văn minh bắt đầu kết nối vượt đại dương, quy mô của

Trái Đất về cơ bản đã tăng gấp đôi. Các nguồn tài nguyên mới nằm ngoài tưởng tượng bỗng chốc nằm trong tầm tay. Con người không còn là những cư dân của một thành phố hay một vùng đất nhỏ – họ đã trở thành cư dân của cả một hành tinh. Những khoảng cách vốn tưởng chừng như xa không tưởng dần trở nên ngắn lại. Nhiều đế chế được lập ra rồi lại bị phá hủy. Cựu Thế giới và Tân Thế giới xung đột với nhau. Thực vật, con người, dịch bệnh và các nền văn hóa giao thoa trên khắp địa cầu. Ngựa đã đến châu Âu và ngựa đã đến với châu Mỹ. Một vài nền kinh tế đã thăng hoa, một số khác lụi tàn. Và quan điểm của mỗi người về thế giới được mở rộng, thu hẹp và nhân lên.

Chuyến hành trình đi đến Sao Hỏa sẽ khiến Kỷ nguyên Khám phá chỉ còn là một sự kiện nhỏ bé trong lịch sử của nhân loại. Thế giới của chúng ta sẽ bỗng chốc vươn ra khắp Hệ Mặt Trời thay vì chỉ bó hẹp trong một hành tinh. Khả năng “địa khai hóa” một thứ gì đó rộng lớn như một hành tinh của chúng ta sẽ phát triển. Các tuyến đường thương mại tưởng chừng như bất khả thi với các thế hệ đi trước sẽ được thiết lập. Trái Đất sẽ có thêm những kim loại cấp thiết và kiến thức công nghệ rất có thể cứu lấy hành tinh của chúng ta. Cơ hội

về một cuộc sống mới ở một nơi nào đó sẽ mang lại hi vọng cho hàng triệu người.

Chúng ta phải hành động một cách cố gắng và tận tụy để cứu lấy ngôi nhà chung của mình – đơn giản là nó không giống với bất cứ nơi nào mà chúng ta biết. Cái nhìn Trái Đất từ vũ trụ giúp làm sáng tỏ một điều: Thế giới của chúng ta thật tinh tế biết bao. Lớp sương mù cực kỳ mỏng manh, xanh biếc bao quanh Trái Đất ư? Đó là toàn bộ bầu khí quyển mà chúng ta có thể hít thở. Đa phần khí oxy nằm ở 1,5 kilomet bầu trời sát mặt đất. Một cái nhìn hoàn toàn khác về Trái Đất từ một điểm xa xôi, thuận tiện nào đó sẽ có thể truyền cảm hứng cho hàng trăm nghìn người. Tri giác và sự trân trọng dành cho cách tất cả mọi sự vật đan lại vào nhau tạo thành một hệ sinh thái hữu hạn sẽ trở dậy và con người có thể sẽ có được sự hiểu biết tinh tế hơn nhiều về ý nghĩa của sự sống. Hành trình đi đến Sao Hỏa sẽ giúp ta nhận thức sâu sắc hơn để có thể nhìn rõ hành tinh của chúng ta từ một góc độ chân thực. Chúng ta không bao giờ được phép buông bỏ tầm nhìn đó.

Nhưng chúng ta có thể thực hiện được cả hai điều này không? Chẳng lẽ chúng ta không thể cùng lúc vừa

trở thành xã hội liên hành tinh, vừa tìm ra sự cân bằng thực sự với thiên nhiên trên Trái Đất? Chẳng lẽ chúng ta không thể học cách phụng sự Trái Đất tốt hơn qua những kinh nghiệm thu được trong quá trình địa khai hóa Sao Hỏa? Chẳng lẽ chúng ta không thể học hỏi từ những sai lầm đã tàn phá và vùi vào quên lãng các nền văn hóa khi thực dân đi xâm chiếm? Liệu Kỉ nguyên Khám phá mới của chúng ta có đầy hứa hẹn, giúp khai phá những điều tốt đẹp nhất trong tinh thần con người trong khi vẫn đảm bảo gìn giữ được giống nòi – những thành tựu văn hóa tuyệt vời của con người – và hướng đến tương lai xa xôi kia không?

LỜI CẢM ƠN

Chân thành gửi lời cảm ơn đến Chris Anderson vì đã thuyết phục tôi viết cuốn sách này khi tôi thích dành thêm thời gian bay trực thăng với anh ấy hơn. Cảm ơn Michelle Quinn vì khả năng biên tập cấu trúc tuyệt vời, cảm ơn Alex Carp vì đã không ngừng duy trì sự thẳng thắn của những thông tin thực tế của tôi. Tôi cũng gửi lời cảm ơn đến John House vì đã tìm ra những tư liệu quý giá về Sao Hỏa trên các website ít người biết đến, cảm ơn Juan Enriquez vì đã không bao giờ để tôi quên đi những điều mà con người có thể đạt được. Và đặc biệt cảm ơn người vợ yêu quý của tôi, Chee Pearlman, vì đã luôn ủng hộ tôi dù cô ấy tin rằng con người còn có nhiều điều tốt đẹp để làm hơn là đi lên Sao Hỏa.

NGUỒN ẢNH THEO THỨ TỰ

NASA/Trung tâm Nghiên cứu Lewis

Ảnh do Bonestell LLC cung cấp

Ảnh do Bonestell LLC cung cấp

NASA/JPL-Caltech/MSSS

NASA/JPL-Caltech/MSSS

Ảnh do SpaceX cung cấp

Ảnh do SpaceX cung cấp

Ảnh do SpaceX cung cấp

Ảnh do SpaceX cung cấp

Ảnh do SpaceX cung cấp

NASA/JPL-Caltech

NASA/JPL-Caltech/Đại học Arizona

NASA/JPL/Đại học Arizona

NASA/JPL-Caltech/Đại học Arizona

© ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

NASA/JPL-Caltech/LANL/CNES/IRAP/LPGNantes/

CNRS/IAS/MSSS

NASA/JPL-Caltech/MSSS

NASA/JPL-Caltech/Đại học Arizona

NASA/JPL-Caltech/MSSS

NASA/JPL-Caltech/MSSS/TAMU

NASA/JPL/Đại học Arizona

VỀ TÁC GIẢ



Courtesy of TED

Sự nghiệp hơn 40 năm trong ngành xuất bản của **Stephen Petranek** được đánh dấu bởi vô số giải thưởng

và danh hiệu dành cho những bài viết xuất sắc về khoa học, tự nhiên, công nghệ, chính trị, kinh tế... Ông từng là tổng biên tập của tạp chí khoa học lớn nhất thế giới, *Discover*; biên tập viên của tạp chí *Bưu điện Washington*; biên tập viên sáng lập kiêm tổng biên tập của tạp chí *This Old House* cho Tập đoàn Time; biên tập viên kì cựu của mảng khoa học cho tạp chí *LIFE*; tổng biên tập của 10 tạp chí lịch sử của Tập đoàn Weider History. Bài thuyết trình tại TED đầu tiên của ông, *10 Ways the World Could End* (Tạm dịch: *10 cách thế giới có thể diệt vong*), đã được xem hơn một triệu lần. Hiện ông đang là biên tập viên của *Breakthrough Technology Alert*; tại đây, ông tìm kiếm những cơ hội đầu tư để tạo ra các giá trị đích thực và thúc đẩy loài người tiến về phía trước.

Xem bài nói chuyện của Stephen Petranek tại TED

Bài TED Talk của Stephen Petranek luôn có sẵn và miễn phí tại trang web TED.com, với tiêu đề *How We'll Live on Mars*.

VỀ TED

TED là tập hợp những bài nói chuyện phi lợi nhuận, thường dưới dạng ngắn gọn và súc tích (18 phút hoặc ít hơn), được đưa ra để lan truyền ý tưởng. TED bắt đầu từ năm 1984 dưới dạng một buổi hội thảo quy tụ các lĩnh vực Công nghệ, Giải trí và Thiết kế, còn ngày nay, nó bao quát hầu hết các chủ đề – từ khoa học đến kinh doanh hay các vấn đề toàn cầu – với hơn 100 ngôn ngữ. Trong khi đó, các sự kiện TEDx diễn ra độc lập đang giúp chia sẻ ý tưởng trong cộng đồng trên toàn thế giới.

TED là một cộng đồng có quy mô toàn cầu, luôn chào đón mọi người từ mọi nền văn hoá – những người luôn khát khao hiểu sâu hơn về thế giới. Chúng tôi tin tưởng mãnh liệt vào sức mạnh của ý tưởng để thay đổi thái độ, cuộc sống và cuối cùng là thế giới. Tại TED.com, chúng tôi đang xây dựng ngôi nhà trong lành của tri thức miễn phí từ những nhà tư tưởng truyền cảm hứng giỏi nhất thế giới – và một cộng đồng luôn mang trong mình tâm hồn ham hiểu biết để kết nối ý tưởng và kết nối con người, ở cả mảng online lẫn tại các sự kiện của TED và TEDx trên khắp thế giới trong suốt nhiều năm.

Thực tế, mọi điều chúng tôi làm – từ các video nói

chuyện TED đến các dự án được trao giải TED Prize, từ cộng đồng TEDx toàn cầu đến các series bài học TED-Ed – đều hướng đến mục tiêu: Chúng ta có thể lan truyền những ý tưởng vĩ đại bằng cách nào?

TED do một quỹ trung lập, phi lợi nhuận sở hữu.

VỀ LOẠT SÁCH TED

Sách TED là những cuốn sách nhỏ chứa đựng ý tưởng lớn. Chúng đủ ngắn gọn để đọc trong phút chốc nhưng cũng đủ dài để phát triển sâu thêm thành một chủ đề. Series sách đa dạng này bao quát mọi thứ, từ kiến trúc đến kinh doanh, du hành vũ trụ đến tình yêu, và nó hoàn hảo cho những ai có tâm hồn ham hiểu biết và đam mê sâu sắc với việc học hỏi. Mỗi cuốn sách TED đều đi liền với một bài nói chuyện TED có liên quan, luôn sẵn có tại trang web: TED.com. Cuốn sách sẽ khai triển thêm những gì mà bài nói chuyện chưa thể khai thác hết. Một bài diễn thuyết dài 18 phút có thể gieo mầm hay thắp sáng trí tưởng tượng, nhưng nhiều bài diễn thuyết sẽ tạo ra nhu cầu đi xa hơn, học hỏi nhiều hơn và kể một câu chuyện dài hơn. Những cuốn sách TED sẽ đáp ứng nhu cầu đó.

NHỮNG BÀI NÓI CHUYỆN KHÁC TRÊN TED.COM

Brian Cox

Tại sao chúng ta cần các nhà thám hiểm

Trong thời buổi kinh tế khó khăn, các chương trình khoa học thám hiểm của chúng ta – từ thăm dò không gian đến LHC¹ – đều phải đối mặt với vấn đề cắt giảm ngân sách trước tiên. Brian Cox lý giải cách khoa học xuất phát từ trí tò mò đang trang trải cho chính mình ra sao, truyền sức mạnh cho đổi mới sáng tạo và đánh giá sâu sắc về sự tồn tại của chúng ta như thế nào.

Burt Rutan

Tương lai thật sự của thám hiểm vũ trụ

Trong buổi trò chuyện nhiệt huyết này, nhà thiết kế tàu vũ trụ huyền thoại Burt Rutan đã tiết lộ sự ì trệ của chương trình vũ trụ do chính phủ Mỹ đầu tư và kêu gọi các doanh nghiệp tiếp tục con đường mà NASA đã bỏ lại.

¹ Large Hadron Collider: máy gia tốc hạt

Elon Musk

Trí tuệ đằng sau Tesla, SpaceX, SolarCity...

Elon Musk là một doanh nhân với rất nhiều ý tưởng. Nhà sáng lập của PayPal, Tesla Motors và SpaceX đã tọa đàm cùng Chris Anderson, nhà quản lý của TED, để chia sẻ chi tiết về những kế hoạch tưởng chừng như hảo huyền của ông, bao gồm xe ô tô điện cho thị trường đại chúng, công ty sử dụng năng lượng mặt trời và tên lửa có thể tái sử dụng hoàn toàn.

Stephen Petranek

10 cách thế giới có thể diệt vong

Loài người có thể bị diệt vong như thế nào? Stephen Petranek đã phác họa 10 viễn cảnh kinh hoàng cùng luận chứng khoa học cho điều đó. Chúng ta sẽ bị xóa sổ bởi một tảng thiên thạch? Bởi sự sụp đổ của hệ sinh thái? Hay là một vụ va chạm hạt mất kiểm soát?



TEDBooks

SÁCH CÙNG BỘ

Thái Hà Books trân trọng cảm ơn mọi ý kiến đóng góp của độc giả.

Mọi thông tin xin gửi về:

- Góp ý về biên tập: publication@thaihabooks.com
- Góp ý về bản quyền: copyright@thaihabooks.com
- Tư vấn dịch vụ xuất bản: dichvuxuatban@thaihabooks.com
- Liên hệ Sách số: ebooks@thaihabooks.com



THAIHABOOKS
Phụng sự để dẫn đầu

Công ty Cổ phần Sách Thái Hà

Trụ sở chính: 119 C5 Tô Hiệu -

Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội

Tel: (024) 3793 0480; Fax: (024) 6287 3238

Chi nhánh TPHCM: 88/28 Đào Duy Anh, Phường 9, Q. Phú Nhuận

Tel: (028) 22532641

Website: www.thaihabooks.com

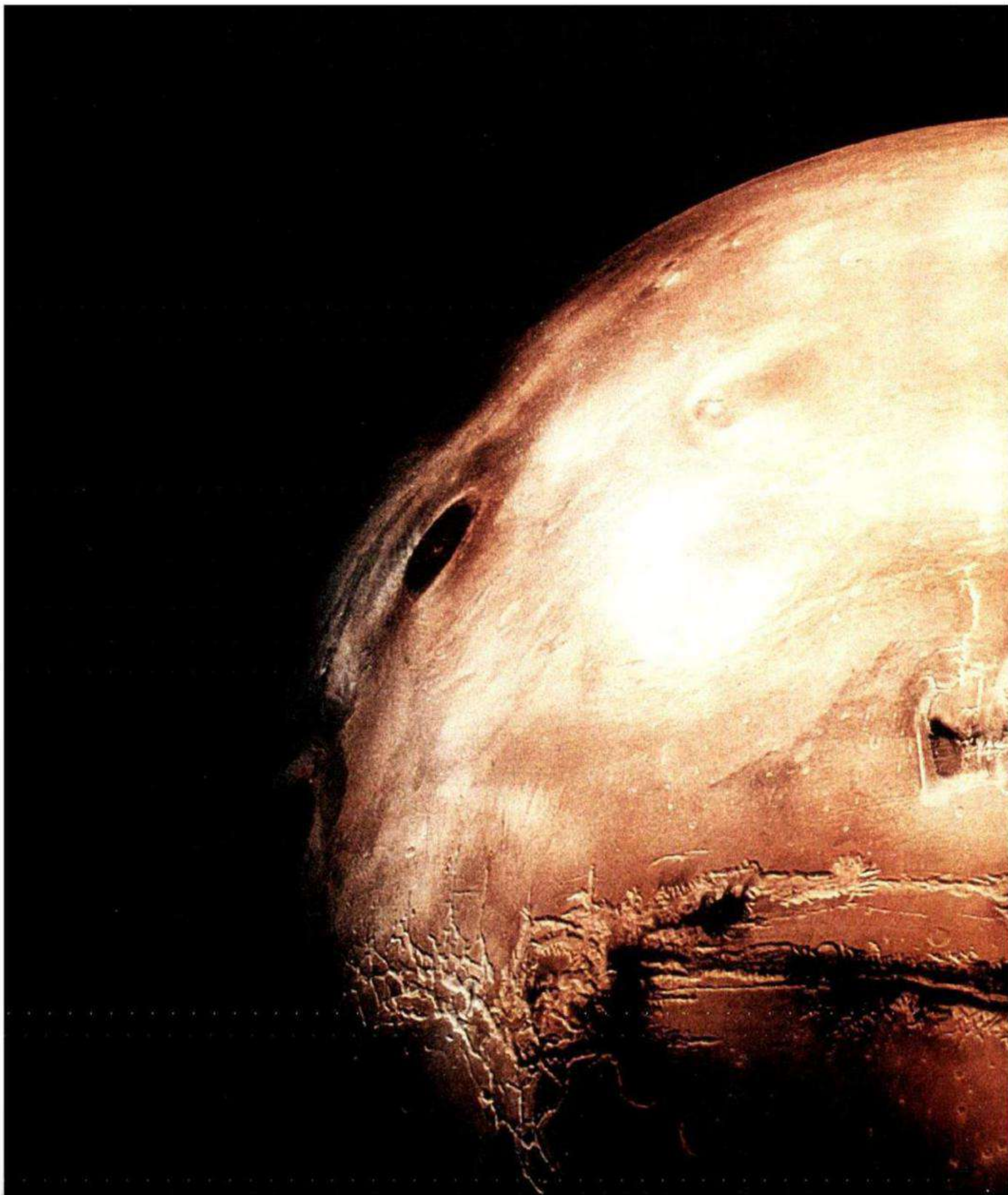
Nhà sách Thái Hà

119 C5 Tô Hiệu - Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội

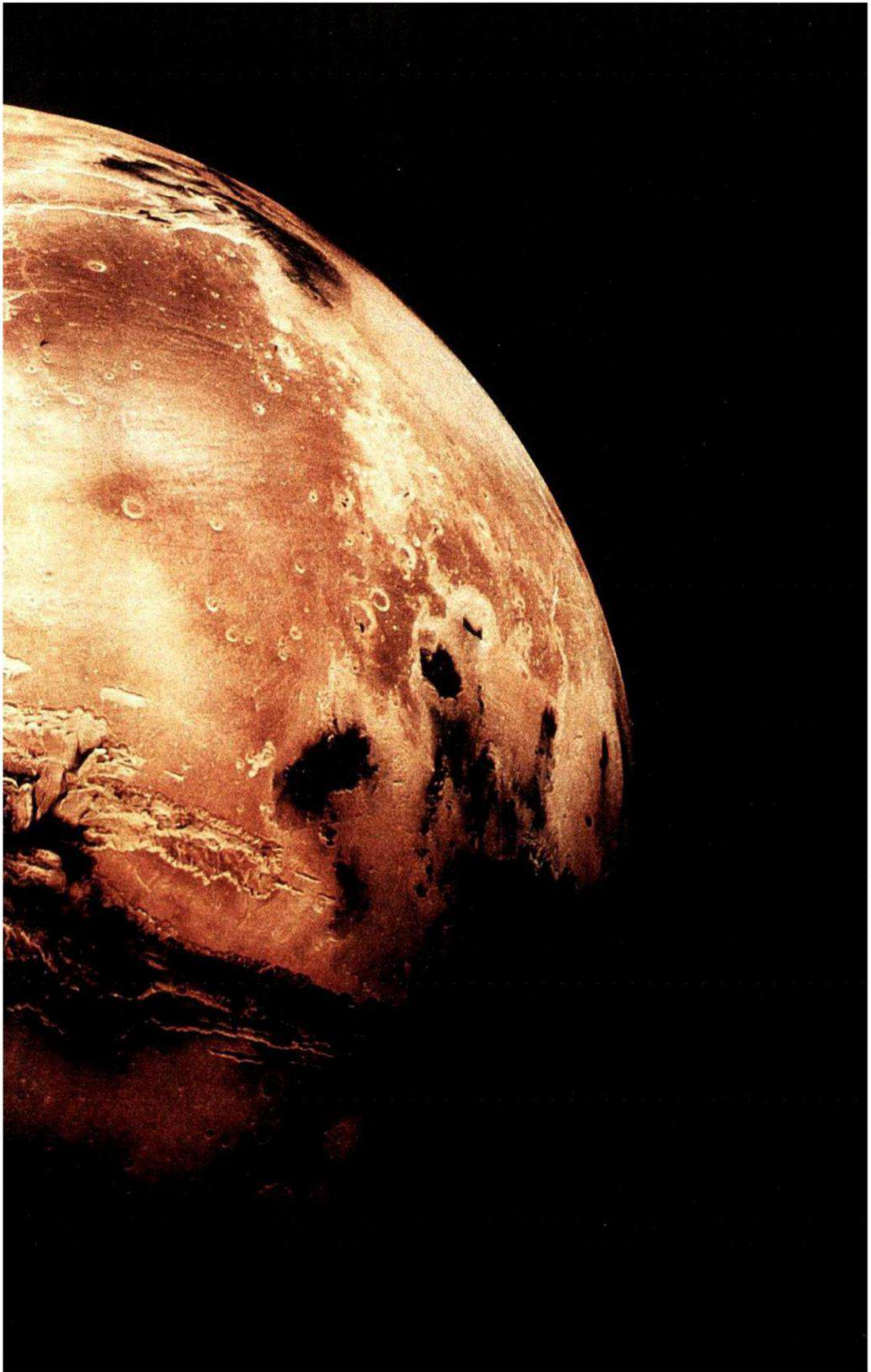
Tel: (024) 6281 3638

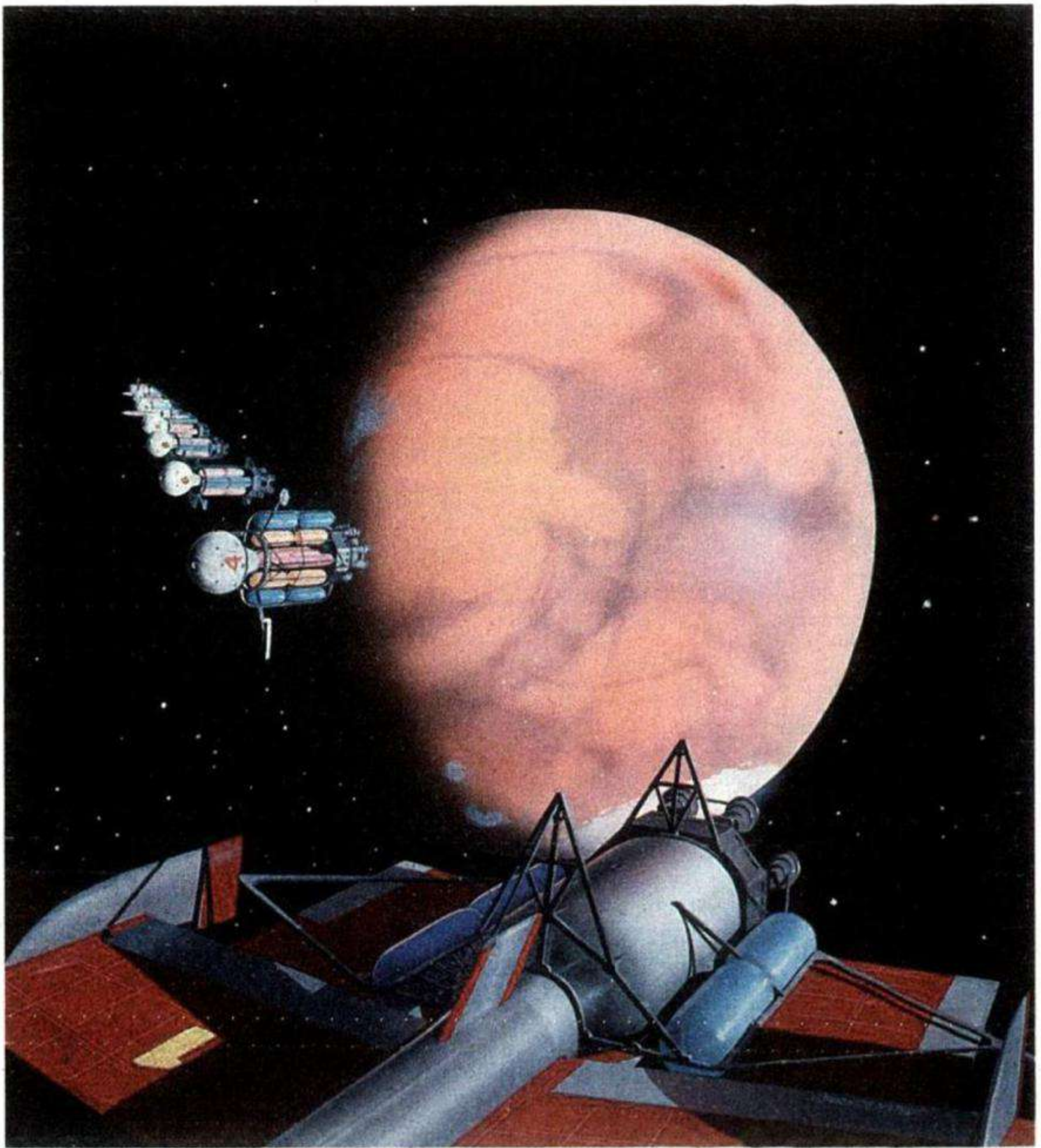
Website: www.nhasachthaiha.vn

Hãy tưởng tượng
cuộc sống trên sao Hỏa...



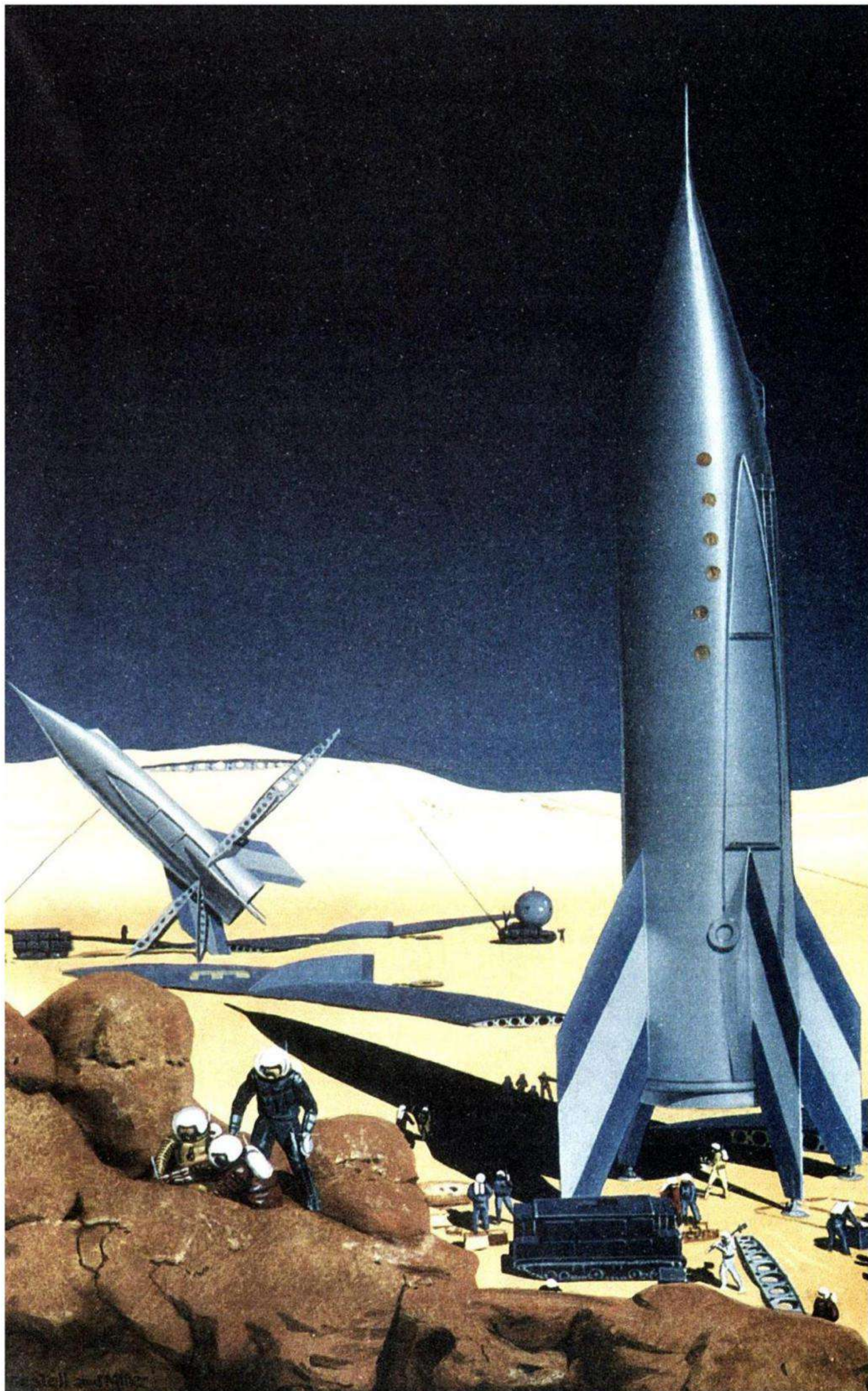
Bắc bán cầu sao Hỏa đặc trưng bởi những đồng bằng cát rộng lớn, một phần được tạo thành từ ô xít sắt. Hẻm núi Valles Marineris gần xích đạo sâu gần 8 kilomet và rộng gần bằng nước Mỹ.





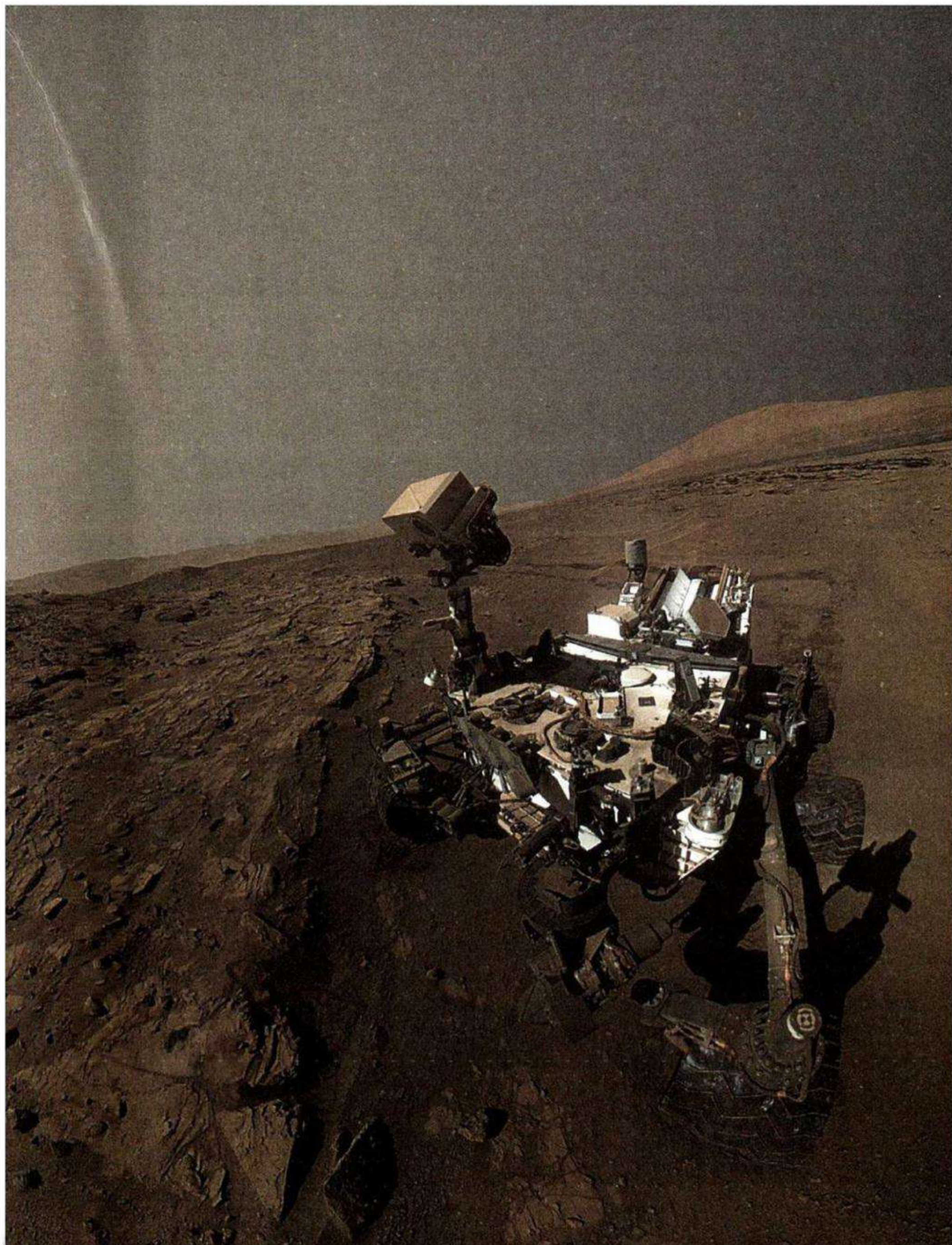
PHIA TRÊN: Bìa tạp chí *Collier* năm 1954 đã khơi dậy sự quan tâm ngày càng tăng của công chúng với du hành vũ trụ.

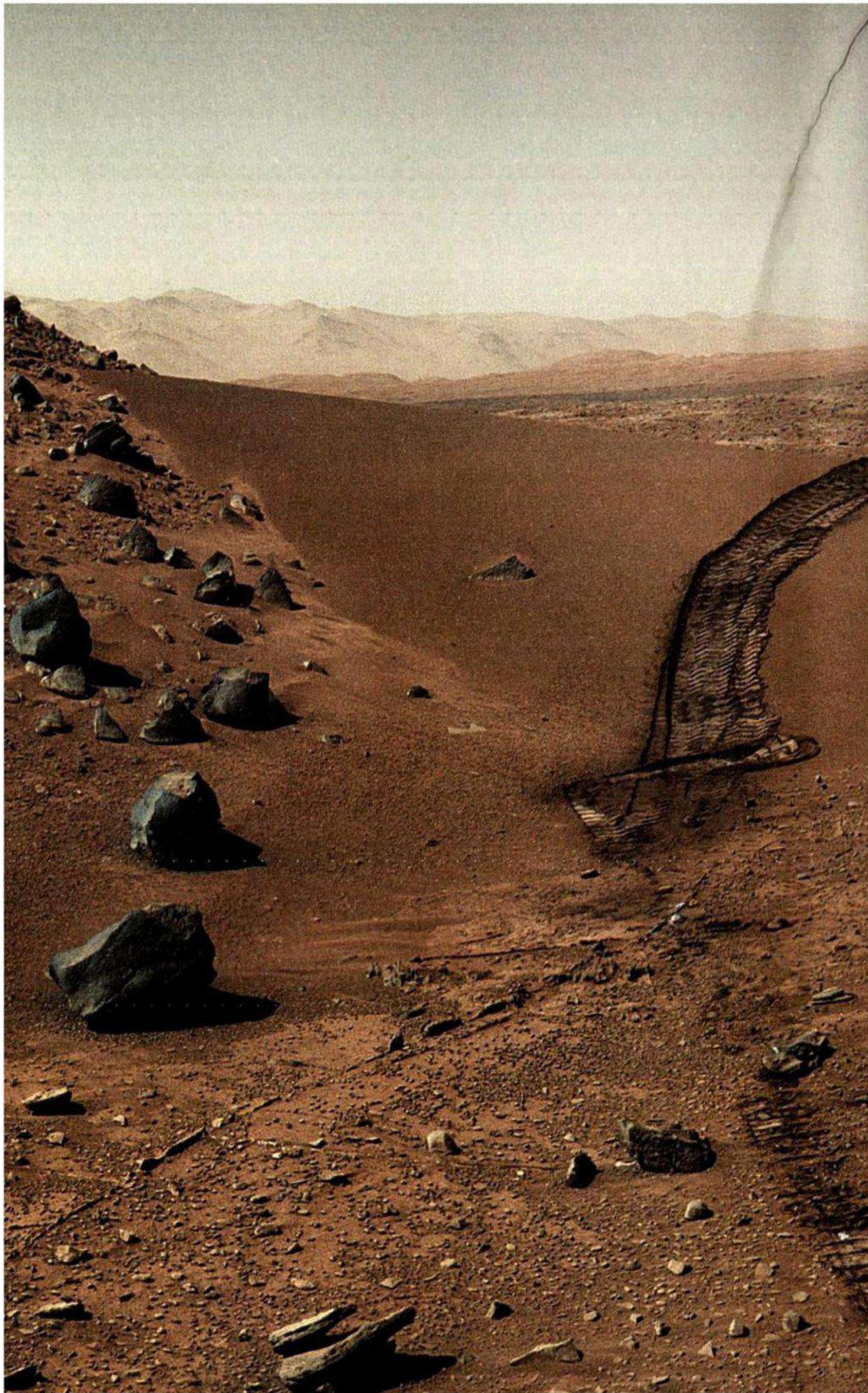
TRANG ĐỐI DIỆN: Hình minh họa việc hạ cánh xuống sao Hỏa năm 1954 này được người vẽ minh họa cho tạp trí tưởng tượng ra dựa trên công trình nghiên cứu của Wernher von Braun, một sĩ quan SS Đức về sau đã chuyển sang làm kĩ sư tên lửa.



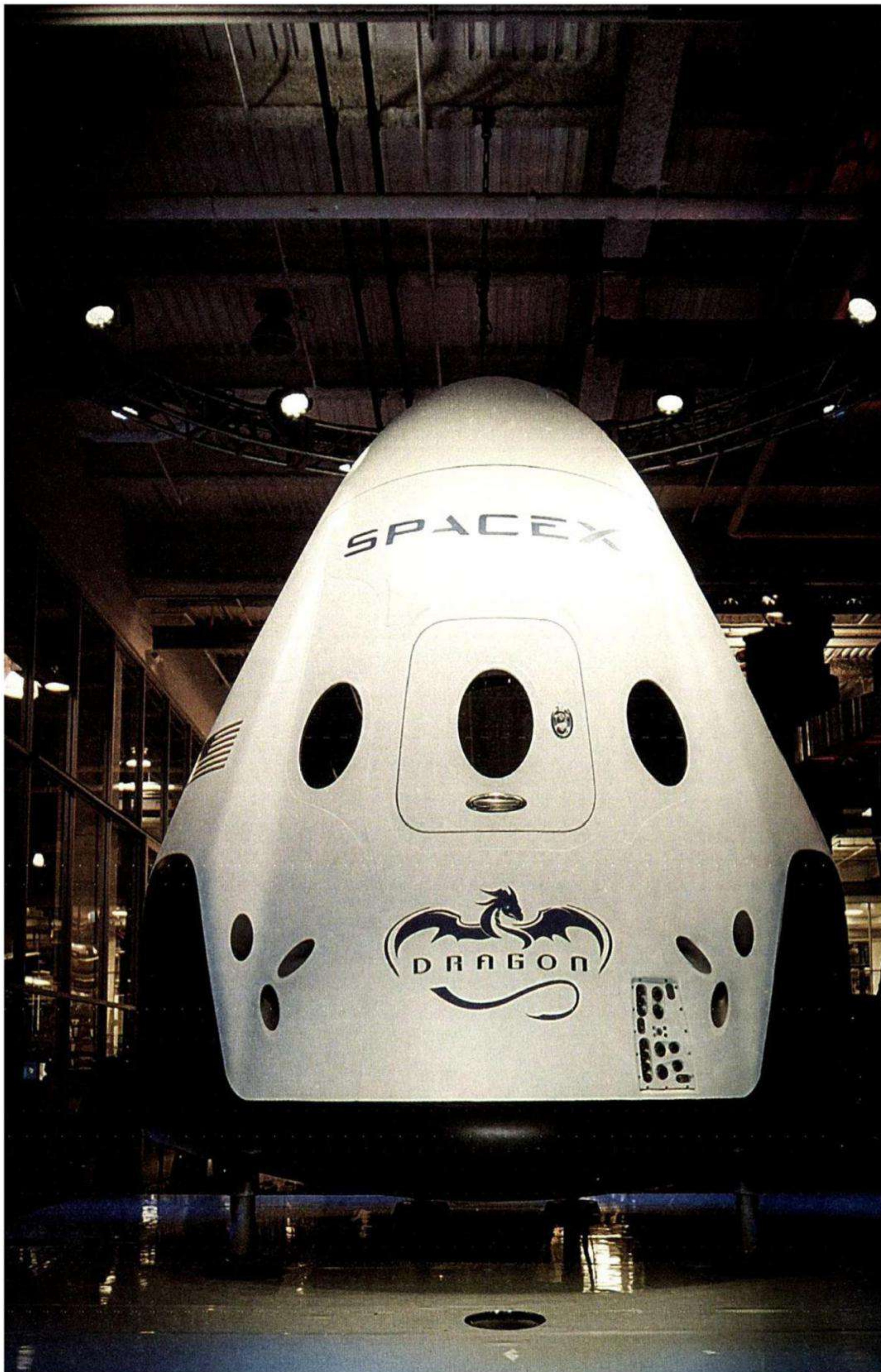
TRANG ĐỐI DIỆN: Xe thám hiểm tự hành *Curiosity* chụp nhanh một hình "tự sướng" trong khi đang khoan đá tại một khối sa thạch có tên gọi là Windjana.

TRANG SAU: Vết bánh xe của *Curiosity* trên một cồn cát của sao Hỏa.





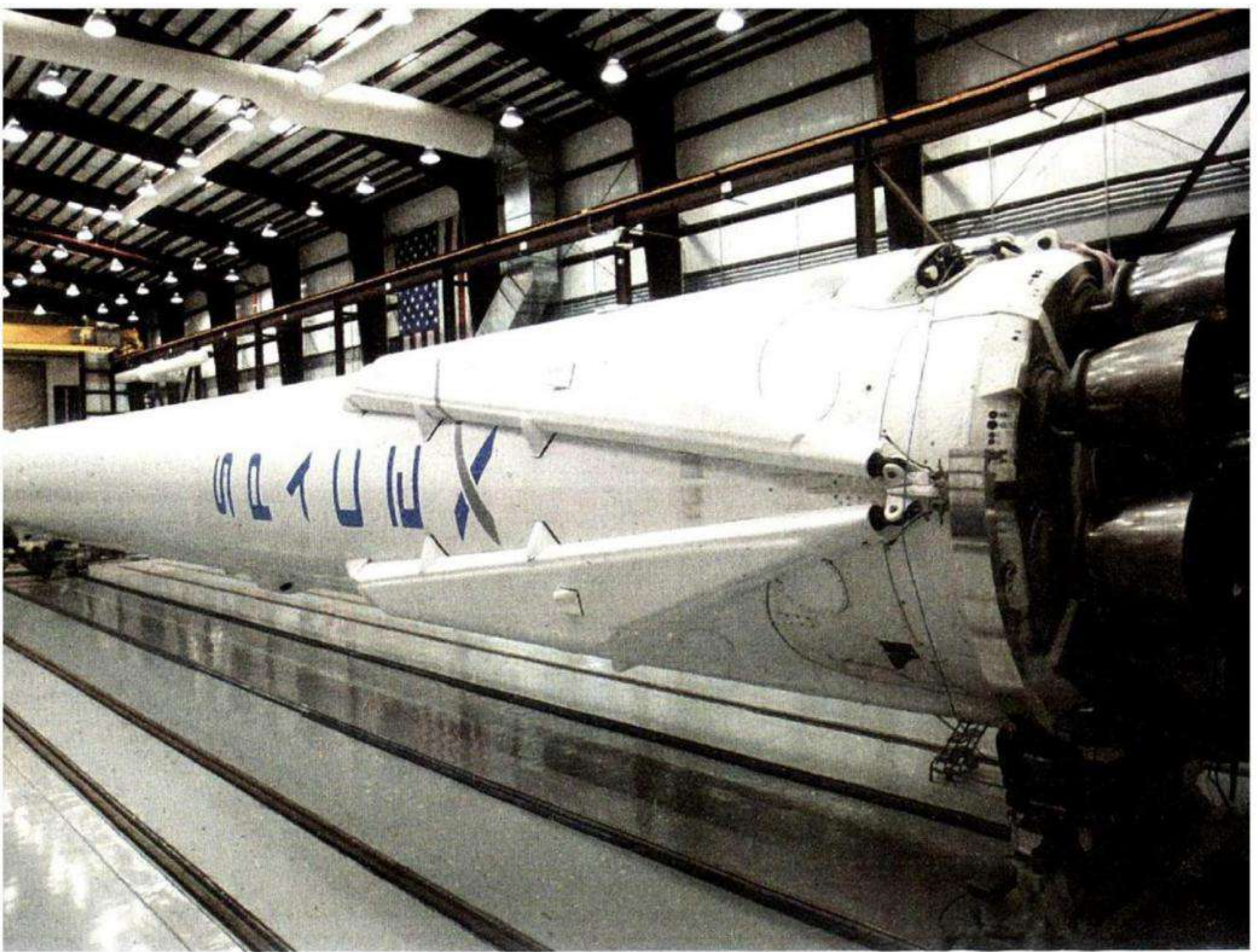






TRANG ĐỐI DIỆN: SpaceX thiết kế tàu vũ trụ *Dragon* để vận chuyển phi hành đoàn và hàng hóa lên quỹ đạo Trái đất. Giám đốc điều hành Elon Musk đang nung nấu ý định về một tàu vũ trụ rộng hơn và tinh vi hơn cho chuyến du hành sao Hỏa.

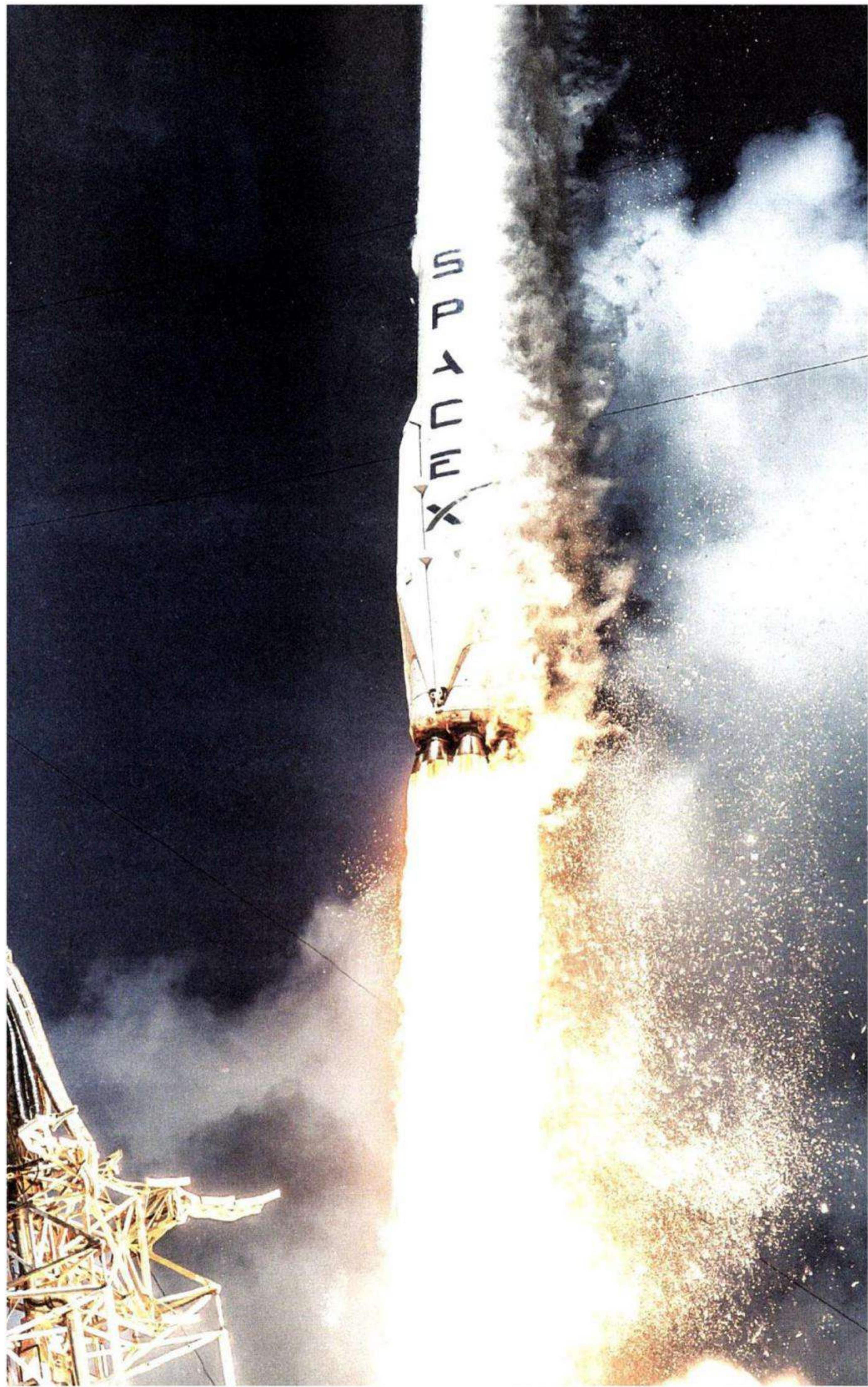
PHIA TRÊN: *Crew Dragon*, thế hệ tàu vũ trụ tiếp theo của SpaceX, có thể chở theo bảy phi hành gia. Nó được dự kiến bay thử vào năm 2017 theo chương trình Phi hành đoàn Thương mại của NASA. Một tổ chức phi lợi nhuận do Dennis Tito lập ra có tên gọi Inspiration Mars đã đề xuất sử dụng tàu vũ trụ *Crew Dragon* cho chuyến bay dài 580 ngày lên sao Hỏa của một cặp vợ chồng vào năm 2021.



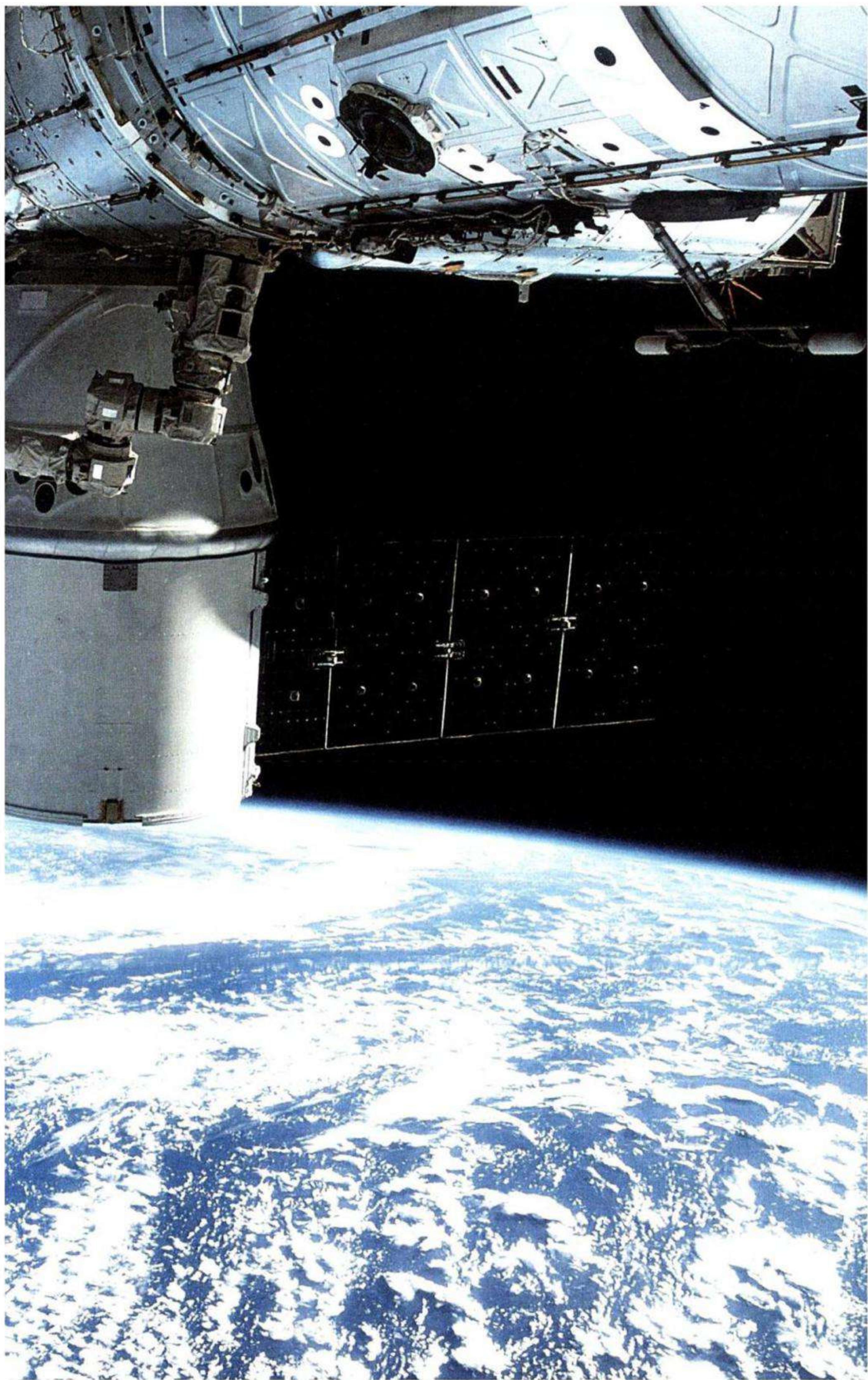
PHÍA TRÊN: Trong vòng ba năm, tên lửa đẩy Falcon 9 của SpaceX (như hình) và tàu vũ trụ Dragon đã hoàn thành sáu chuyến chở hàng cả đi và về từ Trạm Vũ trụ Quốc tế. Tên lửa đẩy Falcon Heavy đang trong giai đoạn phát triển sẽ trở thành tên lửa đẩy mạnh nhất và có khả năng đưa các chuyến bay chở người lên mặt trăng và thậm chí là sao Hỏa.

TRANG ĐỐI DIỆN: Khi tên lửa đẩy Falcon 9 cất cánh, tầng thứ nhất của nó sẽ triển khai chín động cơ Merlin được thiết kế bởi SpaceX. Tên lửa có thể giải phóng hai động cơ mà vẫn hoàn thành được sứ mệnh.

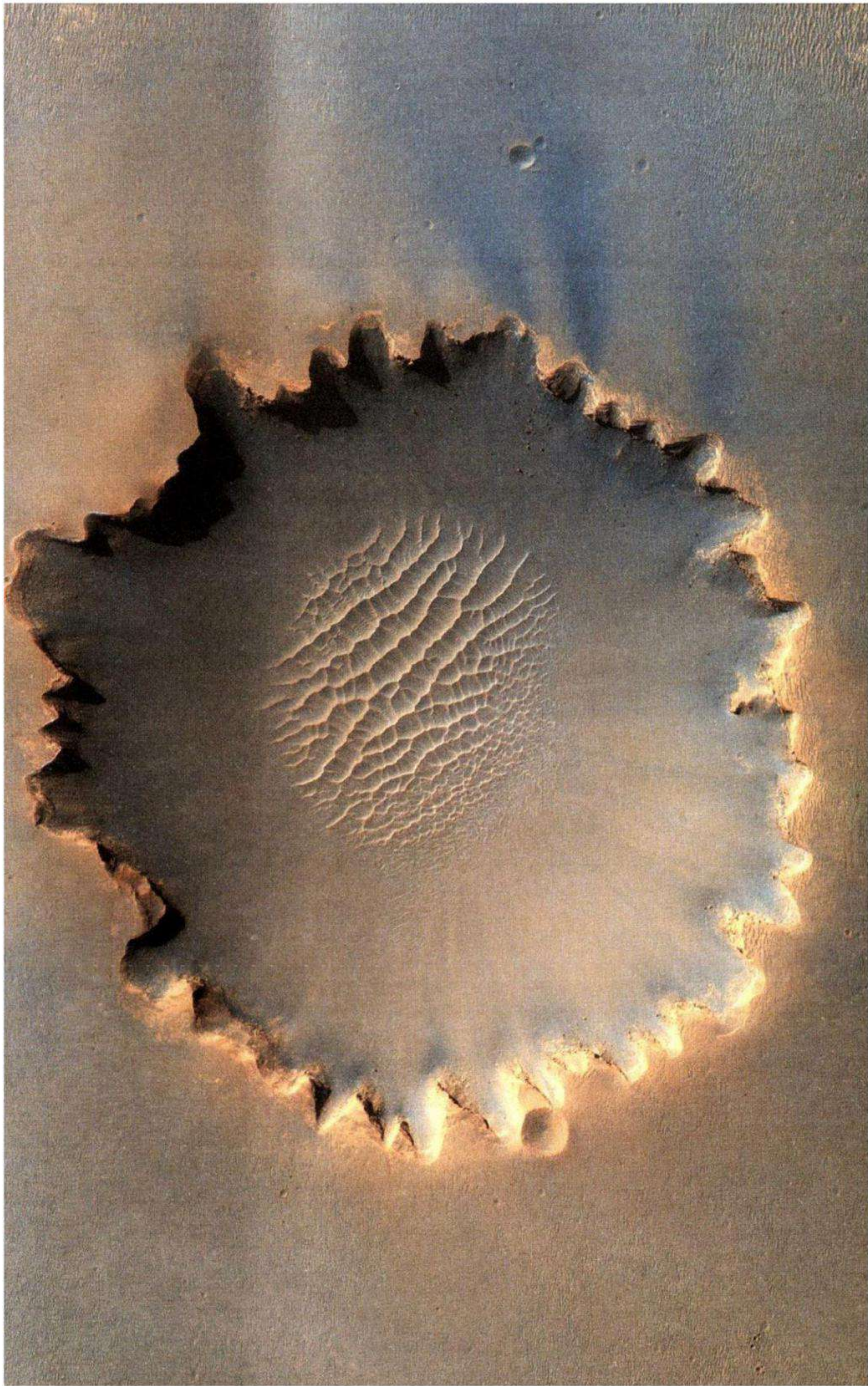
TRANG SAU: Khi tàu vũ trụ *Dragon* của Space lần đầu neo lại tại Trạm Vũ trụ Quốc tế năm 2012, nó đã chứng minh được rằng các công ty tư nhân cũng có thể thực hiện được những chuyến bay vũ trụ phức tạp mà trước đó chỉ chính phủ mới có thể làm được.

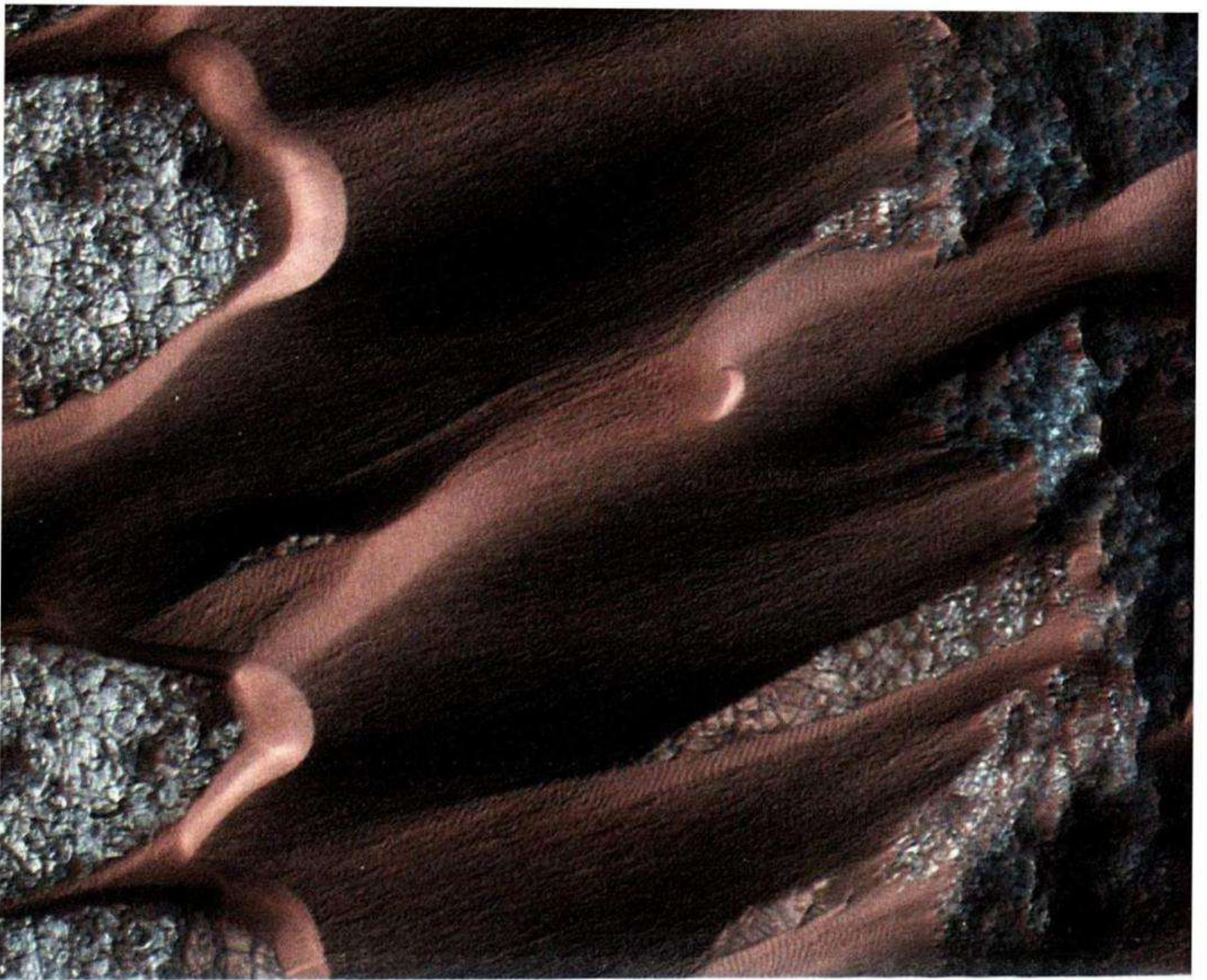






TRANG ĐỐI DIỆN: Miệng núi lửa Victoria rộng nửa dặm cung cấp rất nhiều thông tin địa chất. Đây là nơi mà xe thám hiểm tự hành *Opportunity* của NASA đã mất gần một năm trong đó để kiểm tra các tầng đá lộ thiên. Các khối đá đã hé lộ bằng chứng về mạch nước ngầm rộng lớn đã hình thành lên bề mặt sao Hỏa cách đây rất lâu.

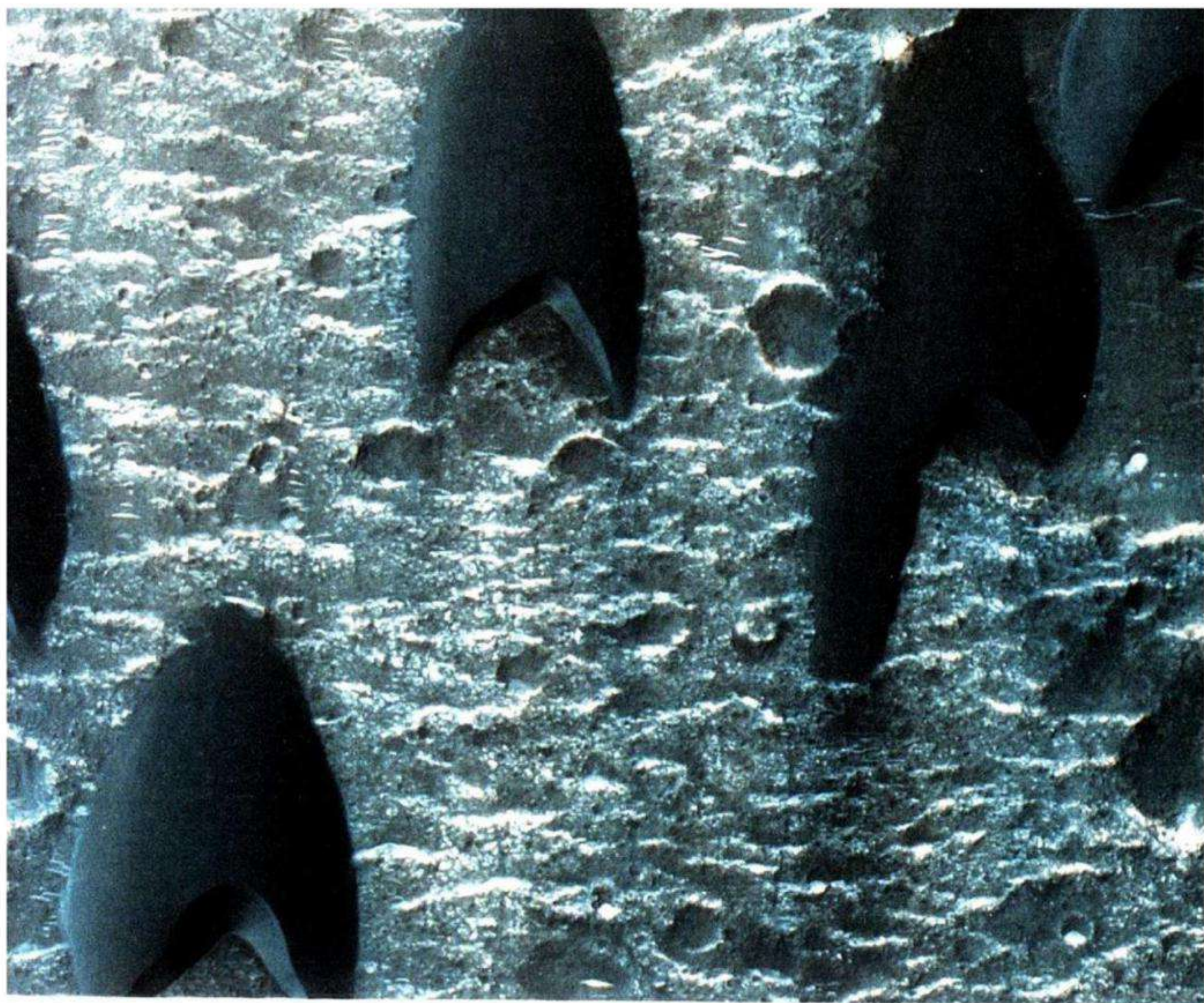


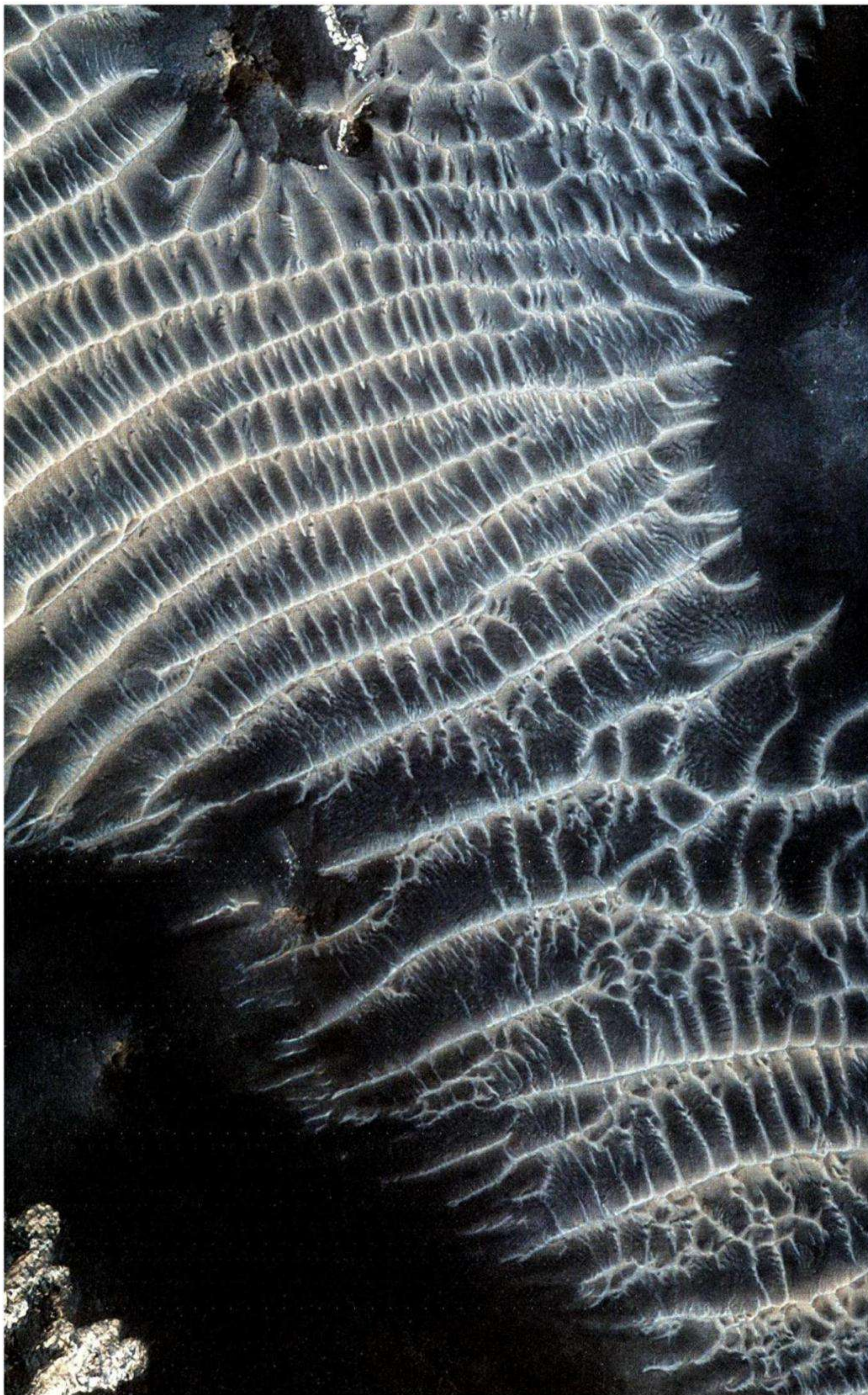


PHÍA TRÊN: NASA đã theo dõi sự biến đổi theo mùa và hàng năm của các ngọn gió trên sao Hỏa bằng cách theo dõi sự biến động của các cồn cát giống như thế này. Đỉnh của các cồn cát có thể cao thêm đến một kilomet.

TRANG ĐỐI DIỆN: Gió biến các cồn cát tại miệng núi lửa thành hình chữ V, giống như đàn chim di cư đang bay.

TRANG SAU: Cảnh quan gồ ghề ở khu vực có cái tên nghe như thần chú Noctics Labyrinthus trên sao Hỏa cho thấy mảng sáng của các đỉnh núi liền kề nhau với các cồn cát tối màu. Cồn cát, nhờ gió thổi di chuyển khắp bề mặt hành tinh, có màu tối của các nguyên liệu giàu sắt trong các viên đá của núi lửa. Các cồn cát trên Trái đất có màu nhạt chủ yếu là bởi thạch anh.

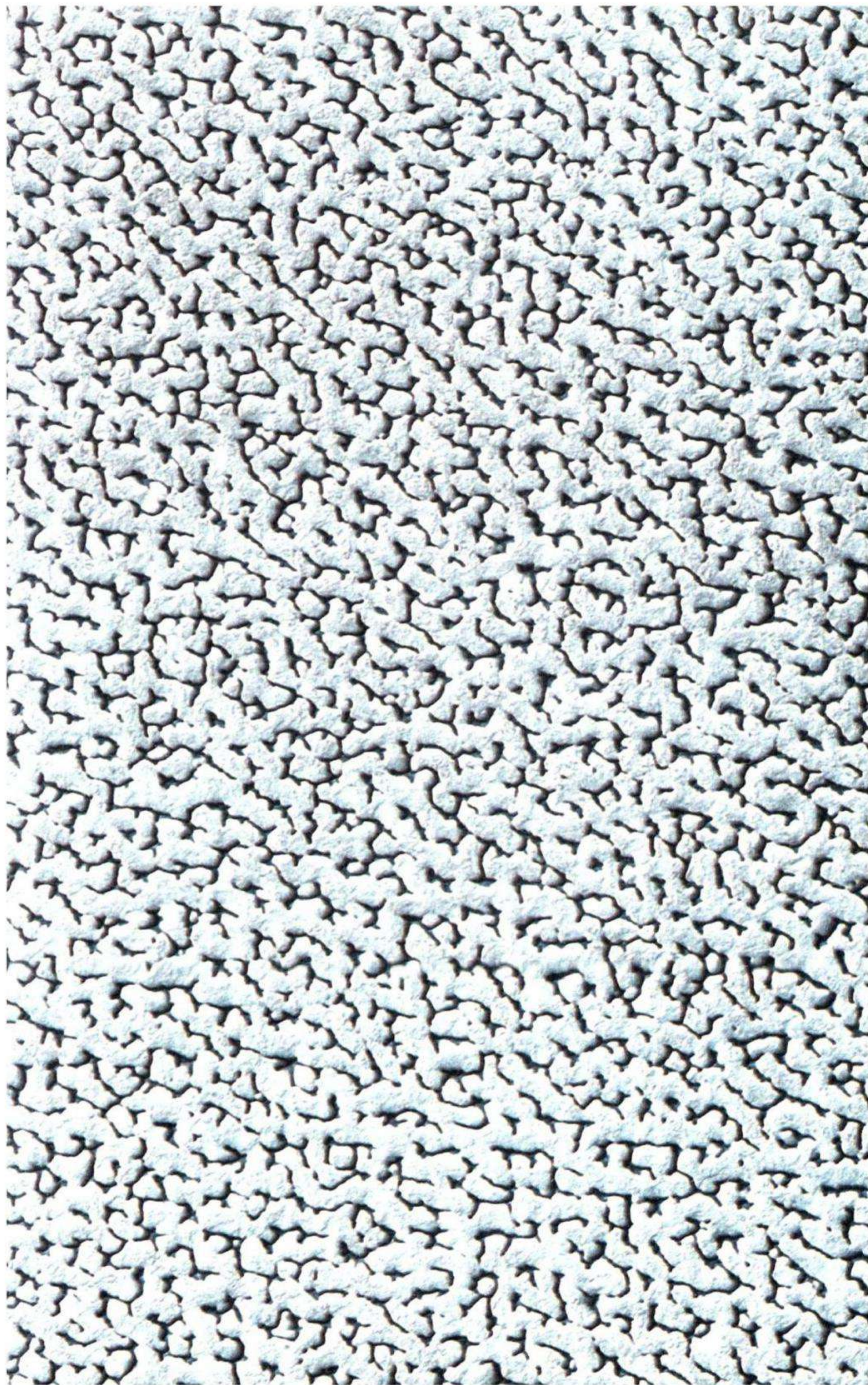


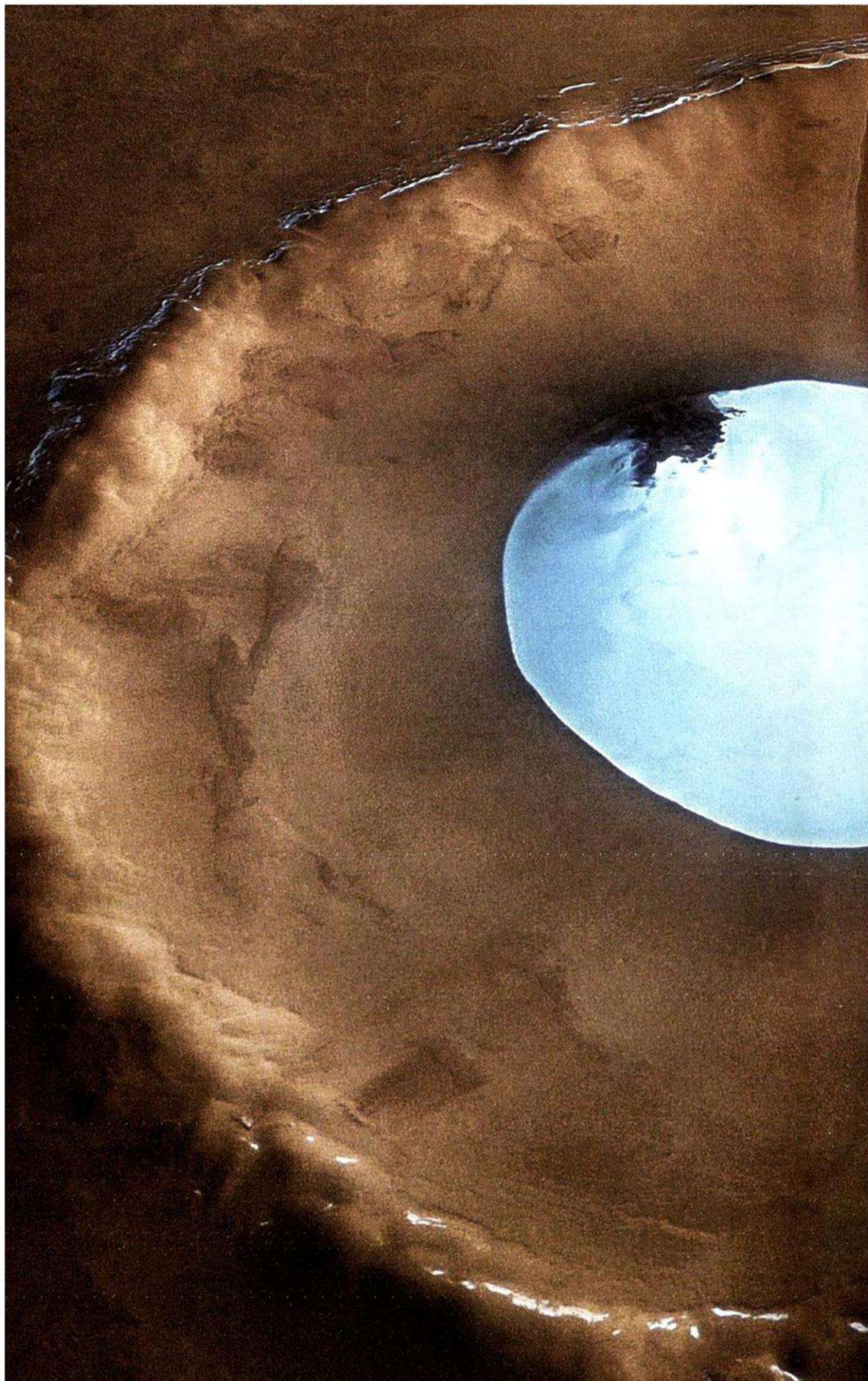


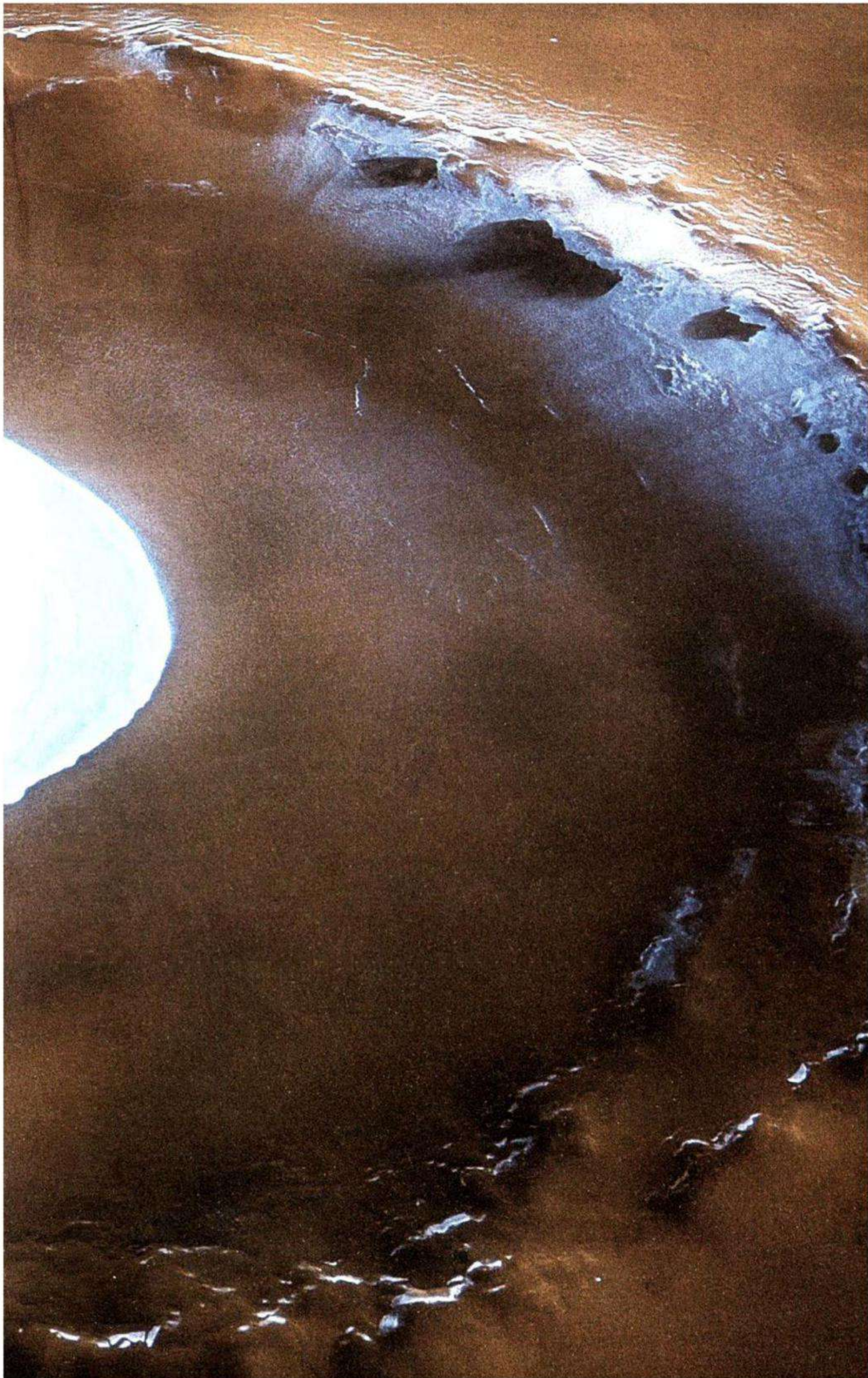


TRANG ĐỐI DIỆN: Phần lớn các mòm băng tại cực bắc của sao Hỏa được tạo thành từ băng nước, cho thấy bằng chứng rõ ràng về việc hành tinh này sở hữu chất lỏng (đóng băng) của sự sống.

TRANG SAU: Băng nước tạo nên một chiếc hồ trong miệng núi lửa rộng 35 kilomet ở gần cực bắc của sao Hỏa.





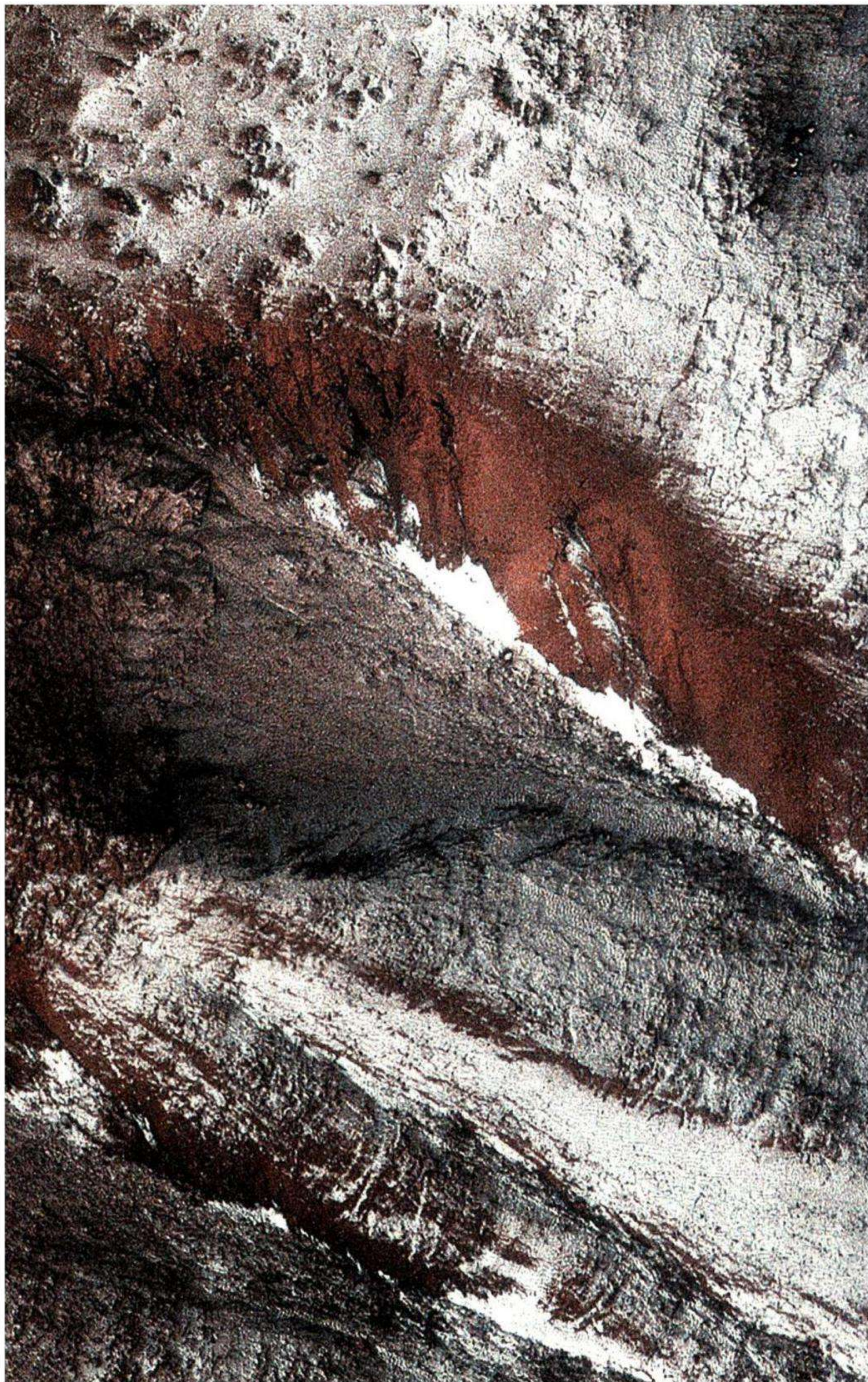


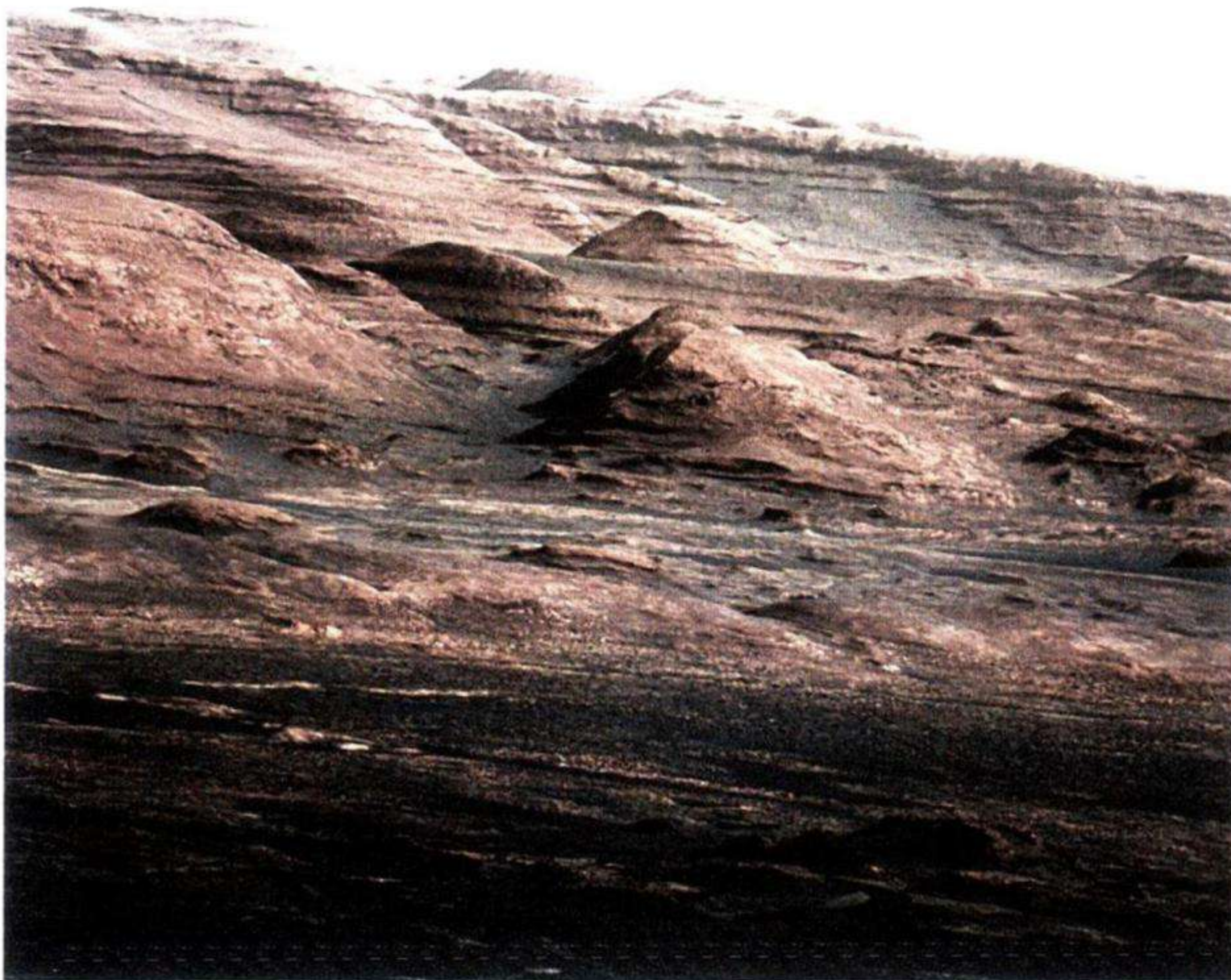


Phía trên: Xe thám hiểm tự hành *Curiosity* đang đứng tại thiên thạch sắt rộng hơn hai mét mang tên "Lebanon" ngày 25 tháng 5 năm 2014.

Trang đối diện: Những mảnh vụn quanh hố lấy mẫu này trông như cát vệ sinh cho mèo là cớ lý do. Nó bao gồm sét tẩy bẩn, nguyên liệu chính của cát vệ sinh. Đất giàu sét tẩy bẩn dễ dàng hút nước và có thể hỗ trợ cho đời sống của thực vật.



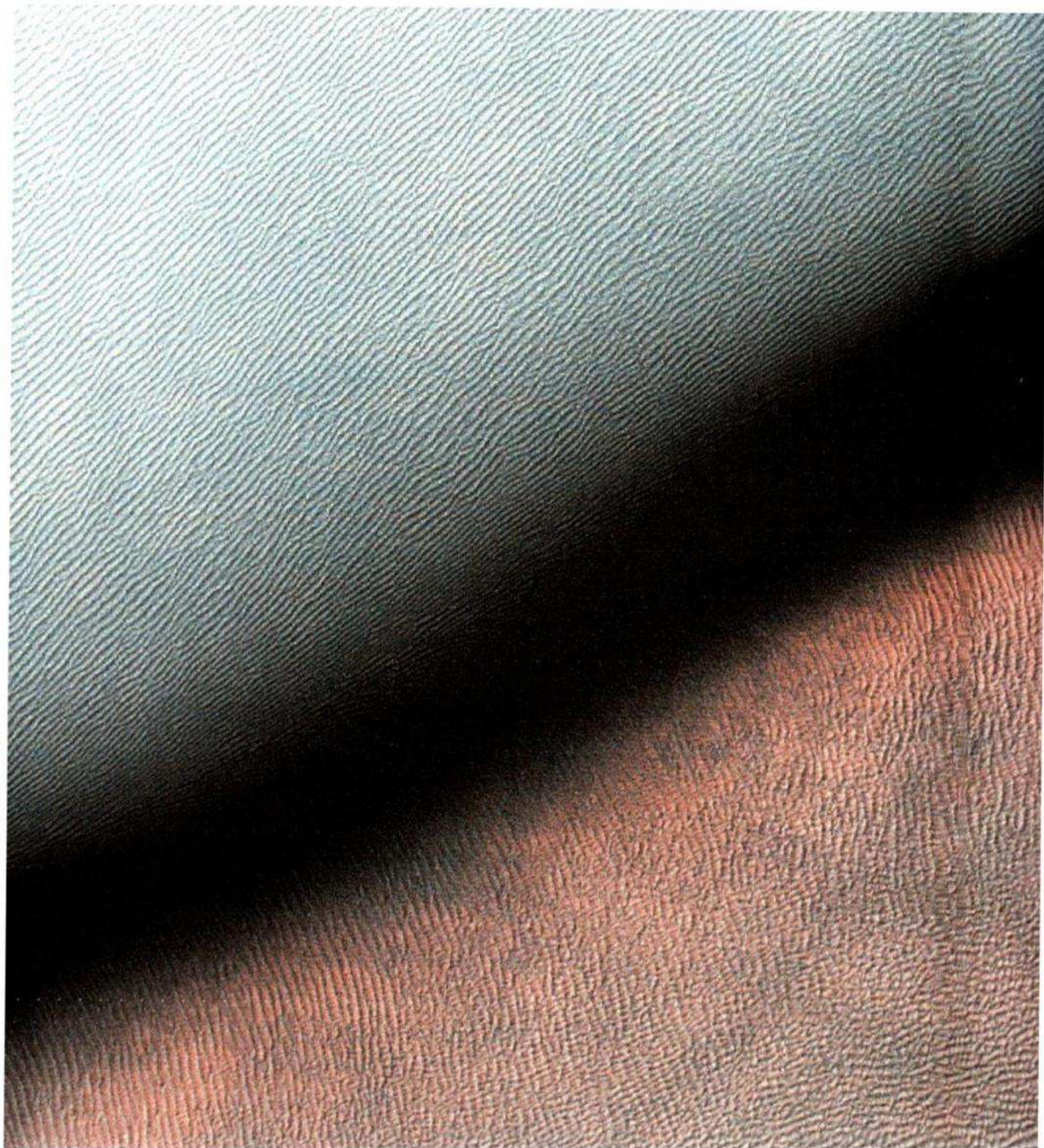




TRANG ĐỐI DIỆN: Các rãnh phủ đầy sương giá trên sao Hỏa, chủ yếu phủ đầy carbon dioxide đóng băng (băng khô), và một chút nước đóng băng là chứng cứ rõ nét cho thấy hành tinh này có tồn tại nước.

PHÍA TRÊN: Địa tầng đá trầm tích Mount Sharp đại diện cho hàng triệu năm lịch sử địa chất của hành tinh này.

TRANG SAU: Đốm nhỏ ánh sáng trắng lúc chạng vạng ở sao Hỏa, bên trái của vùng trung tâm, chính là Trái đất của chúng ta.



PHÍA TRÊN: Ánh sáng và bóng tối làm nổi bật lên đường nét của draa, loại địa hình cát lớn nhất trên sao Hỏa do gió tạo thành. Draa có bước sóng dài hơn 0,8 kilomet và có thể được hình thành từ hàng nghìn năm trước hoặc hơn thế.