

“CHẠM” VÀO MẶT TRỜI

Nguyễn Đức Phường

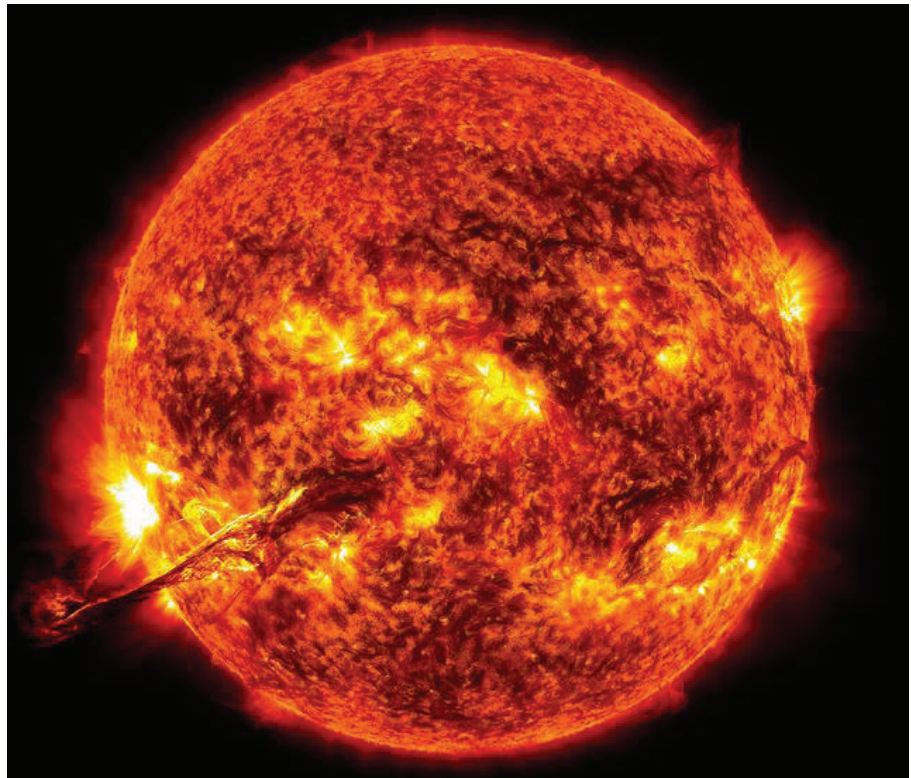
Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày 12/8/2018, một con tàu có sứ mệnh lịch sử mang tên Parker Solar Probe được Cơ quan Hàng không vũ trụ Mỹ (NASA) phóng vào vũ trụ bằng tên lửa Delta IV-Heavy tại mũi Canaveral. Đây là tàu vũ trụ đầu tiên của loài người có thể “chạm” vào Mặt trời. Điều này sẽ mang đến cho nhân loại những hiểu biết chưa từng có về ngôi sao được ví như “người mẹ hiền” của Trái đất. Vậy điều gì khiến các nhà khoa học phải tiêu tốn tiền của và sức lực để nghiên cứu Mặt trời? Việc nghiên cứu đó sẽ mang về cho nhân loại những gì?

Ngôi sao đặc biệt trong vũ trụ

Những kính viễn vọng tối tân đã mở rộng tầm nhìn của con người về vũ trụ. Những con mắt nhìn vạn dặm được phóng vào không gian như Kính vũ trụ Hubble, Kepler, Spitzer và sắp tới là James Web cho phép các nhà khoa học lội ngược dòng thời gian hàng chục tỷ năm về trước để quan sát vũ trụ thời non trẻ: những thiên hà mới hình thành, những tàn dư của Vụ nổ lớn... Ngày nay, khoảng cách mà tầm nhìn con người bao quát được lên đến hơn 10 tỷ năm ánh sáng, trong khi đó, tuổi của vũ trụ là 13,7 tỷ năm. Các nhà khoa học ước tính vũ trụ của chúng ta có khoảng hơn 100 tỷ thiên hà, mỗi thiên hà trung bình chứa khoảng 100 tỷ ngôi sao. Mặt trời của chúng ta chỉ là một ngôi sao cỡ trung bình nhỏ trong hằng hà sa số ngôi sao hiện diện trong vũ trụ. Ngôi sao lớn nhất mà con người biết tới là VY Canis Majoris (lớn hơn Mặt trời khoảng 1.800 đến 2.100 lần). Tức là nếu đặt ngôi sao này vào vị trí của Mặt trời thì nó ôm trọn quỹ đạo của sao Thổ.

Tuy nhiên, Mặt trời lại chiếm một vị trí đặc biệt trong vũ trụ bao la mà chỉ có một tỷ lệ rất nhỏ những ngôi sao hiện hữu có được,



Hình ảnh Mặt trời được tổng hợp từ các ảnh chụp trong dải sóng 304 và 171 angstrom (Ảnh: NASA).

đó là nó có một hệ hành tinh, tiểu hành tinh, sao chổi... quay quanh và trong đó có những thiên thể dung dưỡng sự sống. Ngoài Trái đất, các nghiên cứu mới nhất từ các tàu thăm dò, xe tự hành đổ bộ đã hé lộ sự sống đơn giản cũng đã và thậm chí đang tồn tại trên những thiên thể khác. Tháng

6/2018, NASA công bố kết quả thu thập từ xe tự hành Curiosity cho thấy những bằng chứng mới về sự tồn tại khí methane và những hợp chất hữu cơ vốn liên quan chặt chẽ đến sự sống trên sao Hỏa. Hay những phân tích số liệu thu thập từ những quan sát hai vệ tinh sao Thổ do tàu thăm

dò Cassini thực hiện cũng đã cho thấy có sự tồn tại một đại dương methane lỏng trên vệ tinh Titan cũng như những hoạt động địa chất, phản ứng hóa học và những gợi ý dưới bề mặt băng đá của Enceladus có nước lỏng.

Để có thể dung dưỡng sự sống trên hành tinh thì ngôi sao chủ đóng một vai trò quyết định. Ngôi sao trung tâm đó không quá lớn để lực hấp dẫn không làm nhiễu loạn các cấu trúc địa tầng của hành tinh. Nhiệt độ của ngôi sao đó cũng không quá cao để những bức xạ năng lượng cao có thể hủy diệt sự sống trên hành tinh, nhưng đồng thời cũng không quá thấp để duy trì một nhiệt độ thích hợp cho sự sống phát triển. Một điều nữa là ngôi sao đó phải tương đối ổn định. Những vụ nổ trên bề mặt của ngôi sao giải phóng một nguồn bức xạ năng lượng cao có thể xóa sổ sự sống trên hành tinh.

Mặt trời là một trong số ít những ngôi sao đáp ứng được tất cả các tiêu chí khắt khe để một hệ hành tinh có thể dung dưỡng sự sống. Phổ mặt trời là G2V, tức là nhiệt độ bề mặt của nó khoảng 5.505°C trong khi nhiệt độ ở trung tâm của nó khoảng $13,6 \cdot 10^6$ K và chiếm 99,98% khối lượng của Hệ mặt trời. Một ngôi sao có khối lượng như Mặt trời có tuổi đời khoảng 10 tỷ năm. Mặt trời đã trải qua gần 5 tỷ năm kể từ khi hình thành và hiện tại nó đang trong giai đoạn ổn định nhất. Điều này cũng có nghĩa là sự sống trên các hành tinh được duy trì thuận lợi. Hệ mặt trời nằm cách trung tâm Ngân hà 26.000 năm ánh sáng nên Mặt trời cũng như các hành tinh của nó tránh được sự tàn phá bởi lực hấp dẫn và bức xạ ở vùng trung tâm hoạt động mãnh liệt, nơi có sự hiện diện của siêu lỗ đen, mật độ sao và các đám khí liên sao dày đặc.

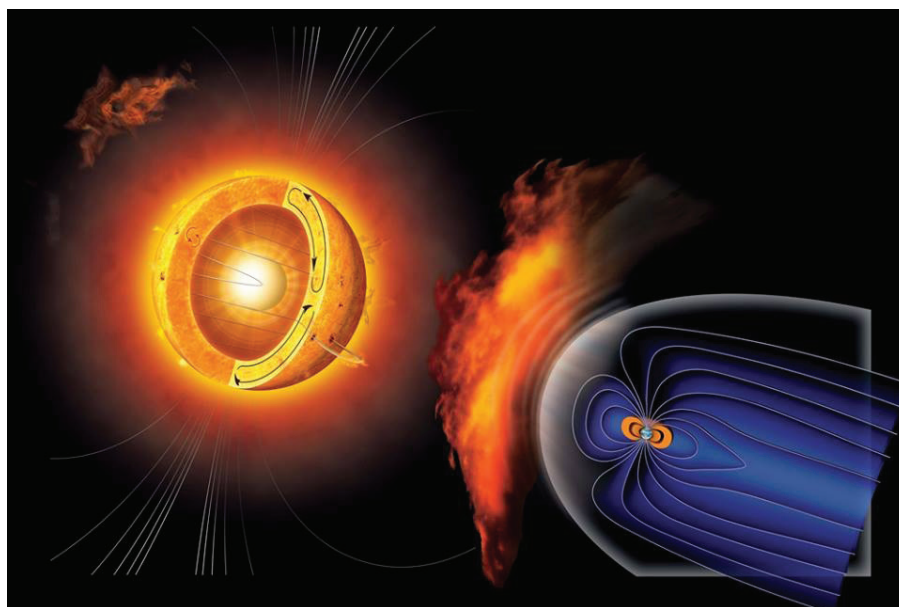
Hiện từ những dữ dội

Nhìn từ không gian, Trái đất như viên ngọc lung linh với màu xanh của đại dương, những dải mây trắng uốn lượn, màu xanh lục của thảm thực vật trải lên màu vàng nâu của lục địa. Cả một hệ sinh thái đầy năng lượng sống đang cộng sinh ở đó. Tất cả tồn tại, sinh sôi nảy nở là nhờ vào nguồn năng lượng của Mặt trời. Năng lượng Trái đất thu nhận được từ Mặt trời là các bức xạ điện từ, các luồng hạt cơ bản được gió Mặt trời mang đến. Công suất năng lượng Mặt trời chiếu lên một đơn vị diện tích trên Trái đất là 1.370 Watt/m² và được gọi là hằng số năng lượng Mặt trời. Các chu trình tuần hoàn của tự nhiên (mưa, nắng, gió, bão), các chu trình và nhịp sinh học đều có được nhờ những nguồn năng lượng vô giá đó. Sự sống trên Trái đất được dung dưỡng nhờ Mặt trời. Mặt trời được xem là “người mẹ hiền” mang sự sống cho hành tinh thân yêu của chúng ta.

Nhưng Mặt trời không êm ả

và hiện từ như những gì nêu ở trên. Thực tế, những hoạt động dữ dội liên tục và thường xuyên đang diễn ra rất mãnh liệt trên bề mặt, trong lòng và tại nhật quyển của Mặt trời. Mặt trời thuộc thể hệ sao nhóm 1, tức là nhóm sao có nhiều nguyên tố nặng. Tại trung tâm, phản ứng nhiệt hạch tổng hợp hạt nhân nguyên tử Hydro thành Heli diễn ra. Bên trên lõi là vùng bức xạ, vùng đối lưu, quang quyển. Bên trên quang quyển là khí quyển Mặt trời trong đó có nhật hoa mà chúng ta quan sát thấy từ Trái đất trong mỗi kỳ nhật thực toàn phần. Nhật hoa liên tục mở rộng và có nhiệt độ rất cao ($2-20 \cdot 10^6$ K). Chính nơi đây hình thành nên các cơn gió Mặt trời. Nhiệt độ cao khác thường của nhật hoa vẫn là một bí ẩn thách thức các nhà khoa học.

Những cơn gió Mặt trời mang theo một luồng hạt mang điện, từ trường mạnh vào không gian liên hành tinh và liên sao. Thời tiết Mặt trời tác động trực tiếp đến thời tiết trên Trái đất. Mỗi khi Mặt trời hoạt động mạnh sẽ làm gián đoạn



Hoạt động của Mặt trời gây ra bão từ trên Trái đất (Ảnh: Roen Kelly).

thông tin liên lạc và tạo nên cực quang ở các vùng cực Trái đất. Hoạt động của Mặt trời mà chúng ta dễ nhận thấy nhất khi quan sát từ Trái đất chính là các vết đen. Số lượng, cấu trúc và kích thước của vết đen phản ánh khá rõ hoạt động của Mặt trời. Có những vết đen lớn có thể đặt lọt chục lần Trái đất và chúng ta có thể quan sát rõ ràng bằng mắt thường từ Trái đất thông qua các bộ lọc chuyên dụng. Những vết đen có nhiệt độ khoảng 4.000-5.000 K. Từ trường tại những vết đen rất lớn, làm nóng vật chất ở những lớp phía trong và tạo ra những vụ nổ sắc cầu, phóng thích những luồng gió vật chất năng lượng cực lớn vào không gian và có thể gây ra bão từ ảnh hưởng trực tiếp đến Trái đất. Ngày nay, chúng ta xác định được được chu kỳ vết đen của Mặt trời là 11 năm. Chu kỳ Mặt trời tác động rất lớn đến thời tiết không gian cũng như thời tiết trên Trái đất.

Thần dưỡng cơn thịnh nộ

Là một thiên thể có vai trò quyết định đến sự tồn tại của Trái đất nên Mặt trời luôn là đối tượng nghiên cứu đặc biệt. Những lợi ích của việc nghiên cứu Mặt trời bao gồm:

Thứ nhất, Mặt trời là ngôi sao duy nhất chúng ta có thể tiếp cận nghiên cứu trực tiếp ở gần. Bằng việc nghiên cứu ngôi sao này giúp chúng ta hiểu biết về những vì sao khác trong vũ trụ.

Thứ hai, Mặt trời cung cấp nguồn năng lượng (ánh sáng và nhiệt) cho sự sống trên Trái đất. Nghiên cứu về những cơ chế của nó giúp chúng ta có những hiểu biết sâu sắc về cách mà sự sống trên Trái đất được dung dưỡng và phát triển.

Thứ ba, Mặt trời tác động trực tiếp đến Trái đất theo nhiều cách. Chẳng hạn những nguồn gió Mặt trời bao gồm khí ion hóa thổi qua Trái đất với vận tốc hơn 500 km/giây. Những tác động của gió Mặt trời lên các hoạt động sống trên Trái đất là khá quan trọng.

Thứ tư, những nhiễu loạn của gió Mặt trời tác động lên từ trường của Trái đất, kích thích năng lượng của vành đai bức xạ, làm thay đổi thời tiết không gian. Thời tiết không gian có thể làm thay đổi quỹ đạo của những vệ tinh, làm giảm tuổi thọ của chúng, gây nguy hại cho các thiết bị điện tử trên vệ tinh và trạm không gian. Càng hiểu biết về thời tiết không gian càng giúp chúng ta sớm hiểu thêm về cơ chế hình thành, từ đó đưa ra dự báo chính xác để chủ động đối phó.

Thứ năm, gió Mặt trời có thể bao trùm cả Hệ mặt trời, thống trị môi trường không gian xa Trái đất. Khi chúng ta phóng các phi thuyền và gửi các nhà du hành tới những hành tinh khác trong tương lai thì những hiểu biết về môi trường không gian như vậy là rất quan trọng nhằm đảm bảo an toàn cho những chuyến du hành trong tương lai.

Tuy nhiên, việc tiếp cận nghiên cứu Mặt trời không phải là nhiệm vụ dễ dàng đối với các nhà khoa học. Theo một nghĩa nào đó thì chúng ta đang sống trong khí quyển của Mặt trời. Với nhiệt độ cực kỳ cao, bức xạ điện từ mạnh, hoạt động bề mặt dữ dội trở thành rào cản lớn đối với các thiết bị nghiên cứu. Việc tiếp cận Mặt trời một cách gần nhất để tìm hiểu về nó nhằm có những dự báo kịp thời, chính xác là nhiệm vụ đặc biệt quan trọng giúp chúng ta đối phó với những tác động khôn lường có

thể xảy ra, từ đó giảm thiểu những thiệt hại về người và của. Những quan sát từ mặt đất qua các thiết bị chuyên dụng không thể giúp các nhà khoa học có những hiểu biết tường tận về ngôi sao quyết định vận mệnh sự sống trên hành tinh của chúng ta. Những “sứ giả” không gian sẽ phải đảm đương nhiệm vụ đó.

Không giống với việc thám hiểm các hành tinh, sao chổi, tiểu hành tinh, những cỗ máy nghiên cứu Mặt trời phải thật đặc biệt để có thể tồn tại trong môi trường khắc nghiệt khi tiến đến gần Mặt trời. Nhiệt độ rất cao của Mặt trời có thể thiêu rụi tàu thám hiểm, từ trường mạnh, các bức xạ năng lượng cao có thể phá hủy các thiết bị điện tử gắn trên tàu. Đó chính là những thách thức lớn nhất mà các nhà khoa học phải vượt qua.

Năm 1970, NASA phóng hai phi thuyền chuyên dụng để nghiên cứu Mặt trời là Helios 1 và 2. Hai phi thuyền này bay trong điểm cận nhật của quỹ đạo sao Thủy để nghiên cứu gió Mặt trời; ngày 14/3/1973, trạm không gian Skylab được phóng lên quỹ đạo mang theo một đài quan sát Mặt trời. Modul gắn trên Skylab đã tiến hành các quan sát và nghiên cứu về nhật hoa mà mang về những hiểu biết mới về vùng khí quyển bao quanh Mặt trời này như các vùng phát xạ, hố nhật hoa; năm 1980, NASA tiếp tục sứ mệnh của Solar Maximum Mission nghiên cứu các vết lóa của Mặt trời cũng như quan sát các bức xạ năng lượng cao như UV, tia X, gama. Sau gần 9 năm hoạt động, “sứ giả” này đã cung cấp cái nhìn rõ hơn về hoạt động của nhật hoa; SOHO - Đài quan sát nhật quyển và Mặt trời SOHO trị giá 1,27 tỷ USD là kết quả hợp tác giữa NASA với Cơ quan Vũ

KH&CN nước ngoài

trụ châu Âu (ESA) đã được phóng vào không gian năm 1995 có sứ mệnh giúp con người hiểu rõ hơn về Mặt trời; được phóng vào ngày 11/2/2010, Đài quan sát động lực mặt trời SDO đã giúp con người hiểu hơn về những ảnh hưởng của Mặt trời lên Trái đất cũng như thời tiết không gian bằng việc nghiên cứu cấu trúc và cơ chế hình thành từ trường trên Mặt trời, gió Mặt trời cũng như các luồng hạt năng lượng cao trong đó. Trong quá trình hoạt động, SDO đã chụp được những vụ bùng nổ khổng lồ với một lượng lớn plasma được phóng vào không gian.

“Chạm” vào Mặt trời

Năm 1958, TS Eugene N. Parker đã tiên đoán về sự tồn tại của gió Mặt trời. Lúc đó ông mới 31 tuổi và là một giáo sư không có tên tuổi ở Đại học Chicago (Mỹ). Trong một bài báo gửi tới Ban biên tập của *Astrophysical Journal*, ông đã mô tả cách mà các luồng hạt mang điện giải phóng từ Mặt trời giống như dòng nước tuôn chảy từ nguồn. Hầu hết mọi người cho đó là ý tưởng nhằm nhí và không tin. “*Ngày đó mọi người đều nghĩ rằng môi trường không gian là sạch tuyệt đối. Không có gì ở trong đó và tất cả chỉ là chân không*” - Eugene N. Parker nhớ lại.

Các nhà khoa học khi xem xét phản biện bài báo đều cho ý tưởng của ông là lỗ bịch. Nhưng họ lại không chỉ ra được bất cứ điểm sai sót nào của bài báo mà đơn giản chỉ là không thích giả thuyết mà Parker đưa ra. Bốn năm sau, Parker đã được minh oan khi tàu vũ trụ Mariner 2 trong quá trình bay qua sao Kim đã ghi nhận được những dòng hạt mang năng lượng tồn tại trong không gian liên hành tinh mà ngày nay



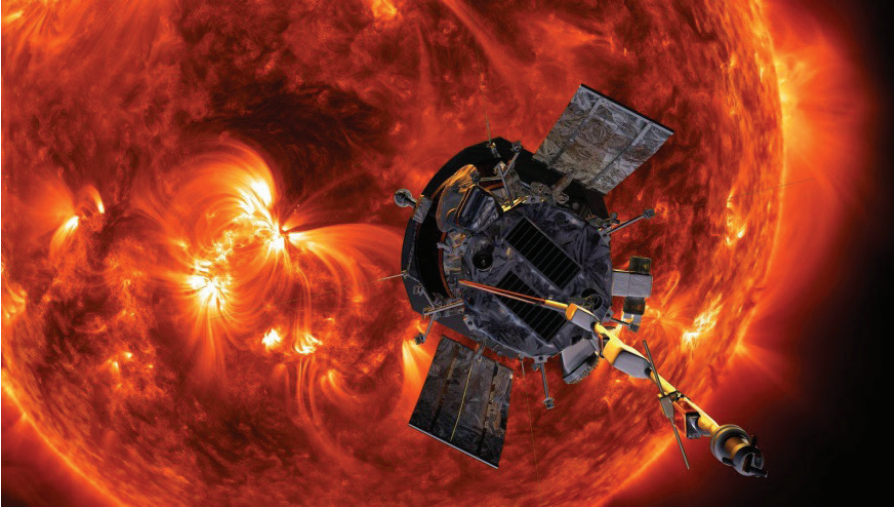
GS Eugene Parker thăm Tàu vũ trụ mang tên ông tại Phòng thí nghiệm vật lý ứng dụng Johns Hopkins (Ảnh: NASA/Johns Hopkins APL/Ed Whitman).

chúng ta gọi là gió Mặt trời. Đó chính xác là những gì mà Parker đã tiên đoán.

60 năm sau kể từ khi giả thuyết của Eugene N. Parker được đưa ra, NASA đã gửi một tàu vũ trụ “chạm” vào Mặt trời. Đây là sứ mệnh hứa hẹn và tham vọng nhất của NASA từ trước tới nay. Sứ mệnh lịch sử này đang dần thành hiện thực bằng việc phóng tàu Parker Solar Probe vào ngày 12/8/2018. Đây là lần đầu tiên trong lịch sử của NASA một con tàu được đặt tên của một nhân vật đang còn sống nhằm vinh danh GS Eugene N. Parker. Theo kế hoạch, Parker Solar Probe sẽ tiến thẳng vào vành nhật hoa, nơi mà chưa có một con tàu vũ trụ nào chạm tới. Con tàu có kích thước bằng chiếc xe con này sẽ ở khoảng cách chỉ khoảng 5,9 triệu km tính từ bề mặt Mặt trời, tức là gần hơn 7 lần mà tàu vũ trụ Helos 2 đang nắm giữ kỷ lục. Ở vị trí này, con tàu sẽ phải hoạt động trong môi trường nhiệt độ bao quanh là

1.377°C. Để làm được điều đó, nó sẽ được bảo vệ bởi một tấm khiên cách nhiệt dày 11,43 cm, còn gọi là Hệ thống bảo vệ nhiệt (TPS), rộng 2,3 m làm từ vật liệu carbon. Phía mặt trước được phủ một lớp oxit nhôm để phản xạ ánh sáng và bức xạ nhiệt Mặt trời.

Tại sao một con tàu vũ trụ có thể chịu được nhiệt độ vô cùng cao khi bay xuyên qua tầng nhật hoa? Chúng ta cần hiểu rằng, bản chất của nhiệt độ là thước đo chuyển động của hạt và nhiệt lượng đo tổng năng lượng của hạt được chuyển đổi từ động năng của chúng. Khi hạt chuyển động nhanh, tức là nhiệt độ cao nhưng trong môi trường mật độ thấp đồng nghĩa với việc chuyển đổi năng lượng cũng ít hơn, tức là nhiệt lượng sẽ thấp hơn. Do tầng nhật hoa của Mặt trời có mật độ thấp nên tàu vũ trụ sẽ tương tác với ít hạt vật chất hơn, do đó sẽ nhận được ít nhiệt lượng hơn. Điều đó có nghĩa là mặc dù Parker Solar Probe bay xuyên



Hình ảnh mô phỏng Tàu vũ trụ Parker tiếp cận Mặt trời (Ảnh: NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben).

qua môi trường nhiệt độ hàng triệu độ, nhưng bề mặt tấm khiên nhiệt hướng về Mặt trời chỉ phải chịu nhiệt độ gần 1.400°C. Ngoài ra, tàu vũ trụ có kích thước nhỏ nên diện tích tương tác với các hạt trong gió Mặt trời không nhiều và bên trong nó được trang bị hệ thống làm mát (sử dụng nước DI - deionized) để giữ cho các thiết bị của con tàu ở nhiệt độ thích hợp cho hoạt động của chúng. Tuy nhiên, không phải tất cả các thiết bị trên tàu vũ trụ được bảo vệ bởi khiên cách nhiệt và thiết bị SPC có chức năng thu thập, đo đạc và phân tích các dòng ion, electron và hướng gió Mặt trời là một trong những thiết bị như vậy.

Một vấn đề nữa đó là lực hấp dẫn của Mặt trời rất lớn, cho nên để thắng được lực hút đó, tàu sẽ phải lao trong không gian với vận tốc rất cao (692.000 km/giờ). Con tàu sẽ tận dụng lực hấp dẫn của sao Kim để tiếp cận Mặt trời và sẽ quay quanh hành tinh này 7 vòng quỹ đạo. Nó cũng sẽ quay xung quanh Mặt trời 24 lần. Theo tính toán, Parker Solar Probe sẽ “chạm” Mặt trời vào ngày

19/12/2024. Parker Solar Probe sẽ phải làm việc trong môi trường còn hơn cả địa ngục, nơi mà chưa có một “sứ giả” không gian nào thực hiện trước đó. Để thực hiện sứ mệnh của mình, nó được trang bị 4 thiết bị khoa học là: FIELDS, WISPR, SWEAP, ISOIS để đo hạt cơ bản và trường điện từ cũng như thu thập các số liệu liên quan về vành nhật hoa, trong đó WISPR là thiết bị chụp ảnh duy nhất. Nó sẽ quan sát và gửi về Trái đất những hình ảnh về vành nhật hoa và gió Mặt trời ở thang lớn trước khi con tàu này bay xuyên qua nó. Tàu vũ trụ này cũng sẽ tiếp cận ở khoảng cách đủ gần để quan sát gió Mặt trời tăng tốc từ hạ âm lên siêu âm và cũng sẽ bay qua những vùng sản sinh ra những hạt năng lượng cao. Trong khi đó, FIELDS sẽ nghiên cứu trường điện từ trong khí quyển của Mặt trời bằng việc đo bước sóng và những nhiễu loạn ở vùng phía trong nhật quyển. Nó cũng tiến hành các đo đạc về điện trường xung quanh tàu vũ trụ thông qua 5 ăng ten, trong đó 4 ăng ten nằm bên ngoài khiên chống nhiệt, nơi có nhiệt độ hàng nghìn độ. SWEAP bao gồm

hai thiết bị thành phần là SPC và SPAN có nhiệm vụ đo độ giàu, vận tốc, mật độ, nhiệt độ các hạt trong gió Mặt trời như electron, proton và cả các ion Heli nhằm giúp chúng ta hiểu rõ hơn về gió Mặt trời và plasma trong nhật hoa. ISOIS cũng sẽ nghiên cứu các hạt trong khí quyển Mặt trời trong một dải năng lượng rộng. Bằng việc đo đạc, phân tích các tính chất của electron, proton, ion, ISOIS sẽ giúp các nhà khoa học có những hiểu biết rõ ràng nhất về vòng đời của chúng: chúng được sinh ra từ đâu, được tăng tốc như thế nào, và làm thế nào chúng thoát khỏi Mặt trời để bay vào không gian liên hành tinh.

Sau khi được phóng khỏi mặt đất vào ngày 12/8/2018, tàu vũ trụ sẽ định vị Mặt trời và hướng khiên nhiệt về phía nó để bảo vệ con tàu và tiếp tục hành trình. Trong 7 năm hoạt động, con tàu sẽ thực hiện 24 vòng quỹ đạo quanh Mặt trời. Trong mỗi lần tiếp cận Mặt trời ở khoảng cách gần nhất, nó sẽ thu thập các thành phần của gió Mặt trời, nghiên cứu nhật hoa và cung cấp những hình ảnh chưa từng có về ngôi sao của chúng ta.

Tất cả còn đang ở phía trước và các nhà khoa học đang kỳ vọng vào những khám phá chưa từng có mà Parker Solar Probe sẽ mang về, giúp chúng ta có cái nhìn chi tiết hơn về Mặt trời, từ đó đưa ra các dự báo chính xác, kịp thời để phục vụ cho cuộc sống của nhân loại cũng như những sứ mệnh thám hiểm không gian sau này, đặc biệt là những con tàu có người lái tới các hành tinh khác ✍