

BẦU KHÍ QUYỀN VÀ HIỆN TƯỢNG THOÁT KHÍ Tại Các Hành Tinh

***Trần Hồng Văn.**

Trái đất được hình thành gần 5 tỉ năm về trước, và chưa có sự sống. Mãi đến gần 500 triệu năm trước, một số sinh vật mới bắt đầu xuất hiện từ dưới lòng biển và tiến dần lên mặt đất, để rồi theo thời gian và những điều kiện khả sinh, các loài sinh vật đã biến hoá và tiến hoá đến tình trạng hiện nay. Nhưng biến hóa của vũ trụ không ngừng tại đây. Mọi yếu tố hiện hữu trong vũ trụ, kể cả con người, liên tục tác động lẫn nhau mà hậu quả là nhiệt độ của bầu khí quyển bao quanh trái đất sẽ tăng dần, sẽ đến mức mà không sinh vật nào có thể tồn tại. Đó là kết luận của rất nhiều cuộc nghiên cứu về khoa học hành tinh và địa cầu mà chúng tôi tham khảo và tóm lược rất vắn tắt dưới chủ đề:

" Bầu Khí Quyền và Hiện Tượng Thoát Khí Tại Các Hành Tinh"- Trần Hồng Văn.

- oOo-

Tóm tắt: *Rất nhiều chất khí tạo thành bầu khí quyển của trái đất và các hành tinh khác đã và đang thoát dần vào không gian, đặc biệt là các chất khí nóng và nhẹ. Những phản ứng hoá học cùng những cọ sát giữa các phân tử làm các nguyên tử mất tính bền vững. Hành tinh bị các khối thiên thạch cùng sao chổi đụng vào rồi nổ tung làm xáo trộn bầu khí quyển.*

Việc các chất khí trong bầu khí quyển thoát vào không gian là nguyên nhân chính trong việc giải thích nhiều bí mật trong Thái Dương Hệ. Ví dụ tại sao Hỏa Tinh (Mars) lại có màu đỏ, nguyên do là nước bị phân tích thành hai chất khí hydrogen và oxygen. Khí hydrogen thoát dần vào không gian, lượng oxygen còn lại làm các tảng đá bị oxyt hóa, hay là bị rỉ sét nên Hỏa Tinh mang màu đỏ. Cùng một tiến trình như vậy tại Kim Tinh (Venus), cộng thêm vào các hoạt động của núi lửa tạo nên bầu khí quyển gồm một lớp dày đặc khí carbon dioxyde khiến không một sinh vật nào có thể sinh sống được.

Khi mặt trời nóng dần, bầu khí quyển của trái đất cũng bị nung nóng lên, các chất khí cần thiết cho sự sống dần dần thoát khỏi bầu khí quyển ngày một nhanh, lúc đó trái đất chúng ta sẽ theo chân hai hành tinh bên cạnh để trở thành một hành tinh chết.

Truớc hết ta hãy tìm hiểu về nguồn gốc và thành phần bầu khí quyển tại trái đất (cũng như tại các hành tinh khác như Kim Tinh và Hoả Tinh).

Trái đất được thành lập từ 4.5 tới 5 tỉ năm về trước. Trong 500 ngàn năm đầu, bầu khí quyển dày đặc các chất hơi và khí do việc thoát ra từ trong lòng trái đất. Lúc này bầu khí quyển bao gồm các chất hydrogen, hơi nước, khí methane, carbon oxides và nitrogen. Điều cần lưu ý là bầu khí quyển cổ xưa này không có chất khí oxygen. Trên một tỉ năm trước, một loài sinh vật thật nhỏ là hải tảo xanh (blue-green algae) bắt đầu dùng năng lượng mặt trời để tách các nguyên tử nước (H_2O) và carbonic (CO_2) thành các phân tử rồi tổng hợp các phân tử này lại thành các hợp chất hữu cơ và nguyên tử oxygen (O_2). Tiến trình dùng năng lượng mặt trời này được gọi là quang tổng hợp. Trong tiến trình này, một số lượng oxygen được kết hợp với chất carbon để tạo thành nguyên tử carbon dioxyde, số oxygen còn lại tích tụ dần trong bầu khí quyển và làm hệ thống sinh thái của trái đất thay đổi dần. Phía trên cao, một số nguyên tử oxygen hấp thu năng lượng của tia tử ngoại và bị tách thành các phân tử đơn độc. Những phân tử này lại kết hợp với những nguyên tử oxygen còn lại để tạo thành các nguyên tử ozone (O_3). Lớp chất khí ozone này tích tụ dần, làm thành một lớp lá chắn mỏng bao quanh trái đất để bảo vệ cho các sinh vật khỏi bị hủy diệt do các tia phóng xạ của hồng ngoại tuyến vì chúng có khả năng hấp thu mạnh các tia phóng xạ này. Lớp lá chắn ozone này được cho là hiện diện từ 600 triệu năm trước. Vào lúc này, lượng khí oxygen chỉ mới có chừng 10 phần trăm so với tổng số lượng khí oxygen có hiện nay và đời sống trên mặt đất trước đó chỉ có dưới biển. Chất ozone giữ một vai trò quan trọng trong sự biến hoá và tiến hoá của đời sống trên mặt đất vì do sự hiện diện của nó mới tạo cơ hội cho sinh vật phát triển, tiến lên sống trên đất liền rồi tiến hoá cho tới ngày hôm nay.

Trong buổi hội thảo tại Hội Địa Chất tại Denver ngày 28 tháng 10 năm 2007, giáo sư Matthew Salzman, giáo sư môn Khoa Học Địa Cầu tại đại học Ohio State đã phúc trình là khoảng 500 triệu năm trước đây, tình trạng khí hậu nhà kính tại trái đất biến đổi, khí hậu tại mặt biển bớt nóng, các loài phiêu sinh vật (Plankton, loài sinh vật này tiêu thụ khí CO_2 rồi thả ra khí oxygen) sinh sôi nẩy nở, khiến một số lượng lớn khí oxygen được phóng thích vào bầu khí quyển. Trong suốt hàng chục năm nghiên cứu, giáo sư Salzman cùng các cộng sự viên đã đi tìm các chứng cứ cho việc thay đổi khí hậu xảy ra vào 500 triệu năm trước kia. Những sự thay đổi về lượng hoá chất trong các tầng đá lấy từ nhiều nơi trên thế giới đã đưa đến kết luận của cuộc nghiên cứu này. Trước kia (thời gian trước 500 triệu năm), trái đất là một hành tinh nóng, lượng khí carbon dioxyde trong bầu khí quyển nhiều hơn hiện nay gấp 20 lần. Sau đó, trái đất nguội dần trong khoảng 2 triệu năm, lượng khí carbon dioxyde được thay thế dần bằng khí oxygen. Dĩ nhiên khi đó đất liền chỉ trơ trụi, không sinh vật nào như cây cỏ hay thú vật sinh sống được. Tuy vậy có những dạng sinh vật sống được ở dưới mặt biển, như các loài phiêu sinh vật (Plankton), giống tam điệp trùng (Trilobites, nay đã tuyệt chủng). Cho tới 490 triệu năm về trước, nhiều loại sinh vật mới được biến hoá ra, tiêu biểu là các loài san hô và vài loài cá. Những giống cây mới cũng được biến hoá và tiến hoá dần và rồi lan lên lục địa. Ngoài tác động của các loài phiêu sinh vật làm giảm lượng carbon dioxide và tăng lượng khí oxygen trong bầu khí quyển, những hoạt động địa chất cũng đóng góp vào việc làm biến đổi khí hậu này. Trước đây, các lục địa mà ta thấy ngày hôm nay hoặc là chìm dưới đáy biển hoặc dính liền với nhau thành một lục địa lớn. Hoạt động địa chất làm những phiến đá lớn nổi lên mặt biển rồi chịu những trận mưa acid (acid rain). Với khí hậu như vậy, chất khí carbon dioxyde trong bầu khí quyển bị kéo xuống và bị chôn vùi vào các lớp địa tầng trong khi đó khí oxygen được phóng thích mỗi ngày

một nhiều. Đây là một tác động ngược với tác động nhà kính (Greenhouse effect). Nhiệt độ trái đất nguội dần vào khoảng 450 triệu năm trước, lúc này các hoạt động địa chất hoạt động mạnh, kết quả rặng núi Appalachian được thành lập rồi sau đó đưa đến thời đại băng đá khiến một nửa sinh vật trên mặt đất bị tiêu diệt.

Như vậy, bầu khí quyển trái đất hiện nay không phải như thừa ban đầu nữa mà các nhà khoa học nói là nó đã bị oxyt hoá rồi. Thành phần các chất khí hiện diện trong bầu khí quyển hiện nay bao gồm 79% nitrogen, 20% oxygen và 1% các chất khí khác và được chia thành những tầng sau:

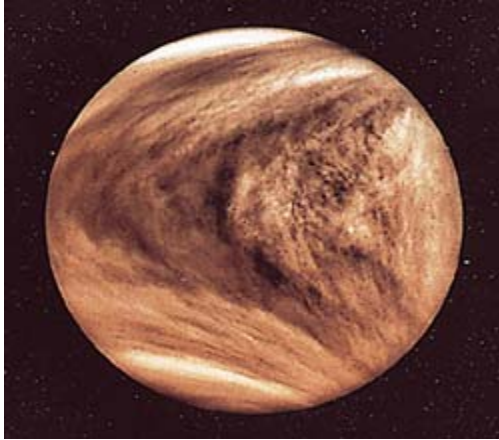
- Hạ tầng không khí hay Tầng Đối Lưu (Troposphere): là nơi mà mọi hoạt động của thời tiết xảy ra như mưa, bão ... , nó chiếm một nửa tổng số lượng chất khí của bầu khí quyển. Kể từ mặt đất trở lên, tầng này cao 14 ki-lô mét, áp suất tại thượng tầng này chỉ bằng 10% áp suất tại mặt biển. Giữa tầng đối lưu và tầng trên là một tầng độn, cao 4 ki-lô mét gọi là tầng Tropopause
- Thượng tầng không khí (Stratosphere): Nằm trên tầng đối lưu, nơi đây không khí bay theo chiều ngang. Tầng này cao 50 ki-lô mét kể từ mặt đất, phần lớn máy bay phản lực bay trong tầng này. Một lớp mỏng chất khí Ozone (O_3) đậm đặc nằm phía trên cùng của tầng này và được gọi là lớp lá chắn bảo vệ trái đất. Ozone có khả năng hấp thu tia tử ngoại của ánh nắng mặt trời. Nếu không có lớp Ozone này, đời sống trên trái đất không thể tồn tại được vì những tia tử ngoại sẽ tiêu diệt tất cả sinh vật trên trái đất. Trong những năm gần đây, các nhà khoa học đã báo động hợp chất Fluorocarbon do con người làm ra đang phá vỡ lớp Ozone này và sẽ đưa đến những hậu quả vô cùng nguy hiểm cho đời sống trên trái đất.
- Tầng Mesosphere: Cao 90 ki-lô mét. Các thiên thạch hay những mảnh đá từ không gian rơi xuống trái đất bị bốc cháy tại nơi đây.
- Tầng Ionosphere hay Thermosphere: Cao 400 ki-lô mét, các phân tử chất khí bị *ion hoá*. Lớp khí tại đây rất mỏng và có khả năng hấp thu các quang tử đưa tới từ mặt trời, phản hồi các làn sóng viễn thông nên làm cho liên lạc viễn thông thực hiện được. Tầng này cũng là quỹ đạo cho các con thuyền không gian. Cấu tạo của tầng này thay đổi theo gió mặt trời hay nói theo cách khác là tùy vào sự hoạt động của mặt trời.
- Tầng Exosphere: là tầng trên cùng của bầu khí quyển tiếp xúc với không gian, lớp khí ở nơi này rất mỏng.

-oOo-

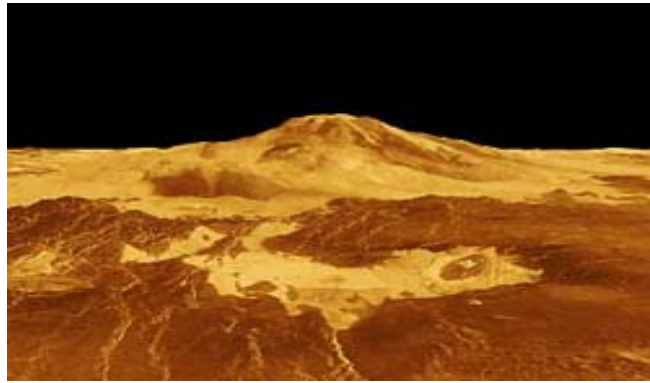
Kim Tinh cùng với trái đất được gọi là hai hành tinh sinh đôi vì chúng cùng một kích thước (đường kính của Kim Tinh nhỏ hơn đường kính trái đất là 400 miles) nằm ngay bên cạnh trái đất và là hành tinh thứ nhì sau Thủy Tinh (Mercury) trong Thái Dương Hệ (trái đất là hành tinh thứ ba). Mặc dù hai hành tinh này được gọi là sinh đôi, nhưng những đặc tính của chúng lại hoàn toàn khác biệt. Bề mặt của Kim Tinh cũng gồm có đồng bằng, núi non, bình nguyên và vực thẳm, khoảng 65 phần trăm là bình nguyên và có hàng ngàn núi lửa hoạt động. Bầu khí quyển tại nơi này đậm đặc hơn bất cứ bầu khí quyển của hành tinh nào trong thái dương hệ, chúng bao gồm phần lớn là khí carbon dioxyde, áp suất tại đây cao hơn 90 lần áp suất của bầu khí quyển trái đất. Nhiệt độ tại

mặt đất là 870 độ F. (khoảng 465 độ C.), rất nóng và khô khiến không một vật thể lỏng nào hiện hữu được.

Hỏa Tinh là hành tinh thứ tư sau trái đất và nằm trước Thổ Tinh (Jupiter) kể từ mặt trời đi ra. Hỏa Tinh khác hẳn trái đất vì nó nhỏ hơn và nằm xa mặt trời hơn. Bán kính của hành tinh này là 2,107 miles, chỉ bằng một nửa bán kính trái đất và cách xa mặt trời khoảng 1.5 lần so với trái đất. Bề mặt của Hỏa Tinh tương tự như trái đất, nghĩa là cũng có những bình nguyên, vực thẳm, núi



*Lớp khí lưu huỳnh (Sulfur) dày đặc
Kim Tinh
bao quanh Kim Tinh*

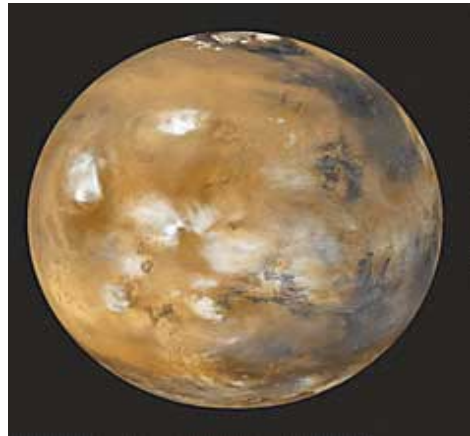


Maat Mons, ngọn núi khổng lồ trên

non, núi lửa và hai cực có băng đá bao phủ. Một hệ thống vực thẳm tên là Valles Marineris chạy theo chiều đông tây dài 2,500 miles, có nơi rộng 60 miles và vài nơi sâu tới 6 miles. Hệ thống kênh giống như những dòng sông nằm ở phía đông và có nhiều lớp kết tầng, điều này chứng tỏ trước kia đây rẫy nước hiện diện trên hành tinh này. Hành tinh này có những núi lửa lớn nhất trong thái dương hệ, như những ngọn Olympus Mons cao 17 miles, Arsia Mons, Ascraeus Mons ... Ngoài ra, Hỏa Tinh đã chịu những va chạm của các thiên thạch lớn khiến bề mặt còn mang nhiều hố lớn và sâu. Trái đất hiện nay hiếm thấy những hố này nguyên do vì: (1) Những va chạm này xảy ra từ khi trái đất mới thành lập nên đã bị lấp đầy, (2) Trái đất hiện nay có một bầu khí quyển dày nên các thiên thạch khó bảo tồn được nguyên dạng khi tới được mặt đất. Bầu khí quyển tại Hỏa Tinh rất loãng, bao gồm ít khí oxygen (0.13 phần trăm, so với trái đất là 21 phần trăm), khí carbon dioxide chiếm 95.3 phần trăm, những chất khác là nitrogen (2.7 phần trăm), argon (1.6 phần trăm), hơi nước (0.03 phần trăm). Các nhà khoa học tin rằng có một khoảng thời gian trong quá khứ đời sống đã hiện diện trên hành tinh này vì dựa vào những dữ kiện sau đây: (1) Hỏa Tinh có đầy đủ các nguyên tố hoá học căn bản giúp cho đời sống nảy nở và phát triển; (2) Nguồn năng lượng cần thiết giúp sinh vật tiêu thụ; và (3) nước. Các nguyên tố hoá học căn bản như carbon, hydrogen, oxygen và nitrogen đã hiện diện suốt lịch sử hành tinh này, ánh sáng mặt trời là nguồn năng lượng và nguồn năng lượng khác là ngay trong lòng đất do núi lửa đem ra. Tại trái đất, phần lớn nguồn năng lượng thứ nhì được đưa ra từ dưới lòng đại

dương và do các vết nứt của vỏ trái đất. Hệ thống kinh rạch trên Hỏa Tinh đã chứng tỏ một thời nước đã hiện diện dày rầy ở nơi đây, thêm vào đó hiện nay vẫn còn là một số lượng lớn nước đông đá nằm sâu một mét dưới mặt đất ở vùng gần bắc cực và cả nam cực nữa.

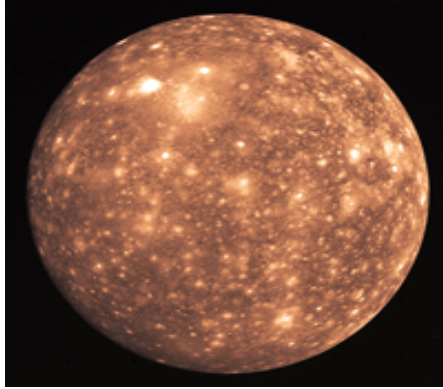
Bề mặt Hỏa Tinh



Tương tự như trái đất, Hỏa Tinh cũng có bầu khí quyển (tuy là rất mỏng) và băng đá đông ở Bắc Cực. Tuy vậy, không giống trái đất, nó không có nước ở mặt đất, màu đỏ rỉ sét của hành tinh này do số lượng lớn chất sắt bị oxyt hóa mà ra.

Bây giờ ta hãy coi hai vệ tinh có kích thước gần bằng nhau và cùng có chung đặc tính như một hành tinh, một của Mộc Tinh (Jupiter, hành tinh thứ 5) là Castillo, một của Thổ Tinh (Saturn, hành tinh thứ 6 trong thái dương hệ) là Titan.

Callisto là vệ tinh lớn thứ nhì của Mộc Tinh và lớn thứ ba trong thái dương hệ, có kích thước tương tự như Thủy Tinh. Nó là một vệ tinh chịu nhiều đụng chạm với các thiên thạch nhất, những dấu vết để lại rất cổ, nhiều hồ có lịch sử trên 4 tỷ năm trước, nghĩa là ngay sau khi thái dương hệ mới thành lập. Bề mặt của Callisto không có những núi lớn. Vệ tinh này có hai vòng lớn có đường kính đo được trên 3,000 km quay chung quanh. Các nhà khoa học phỏng đoán là trong tỉ năm thành lập đầu tiên, vệ tinh này có nước nhưng rồi bị các thiên thạch đụng vào khiến nước bị bắn tung tóe lên để thành lập hai vòng này. Hiện nay Callisto không có bầu khí quyển.

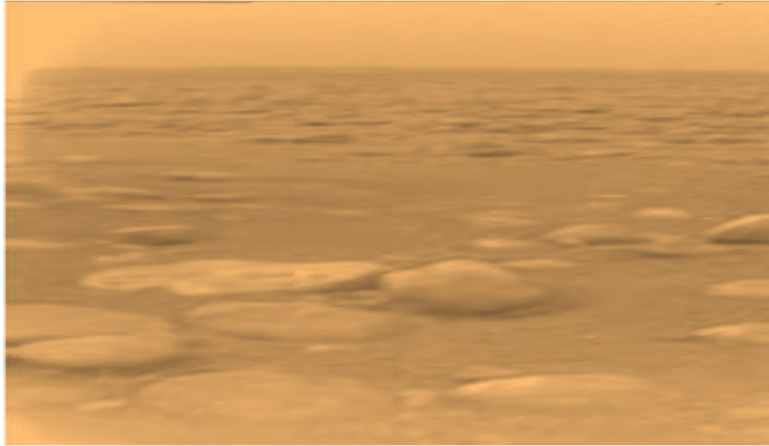


Vệ tinh Callisto do phi thuyền Voyager 2 chụp vào ngày 7.7.1979 cho thấy bề mặt của vệ tinh này lỗ chỗ do thiên thạch và sao chổi đụng vào. Một hố sâu do sự đụng chạm còn để lại nằm gần phía trên hình cùng hai vòng phía bên trái của trung tâm vệ tinh.

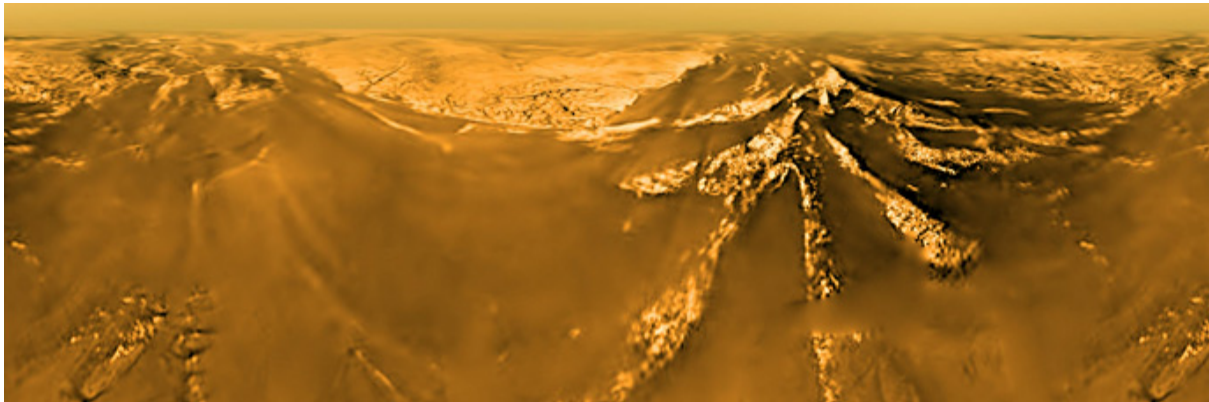


Vệ tinh Callisto (phía dưới, bên trái), và hành tinh khổng lồ mẹ Mộc Tinh (phía trên, bên phải).

Titan là một vệ tinh lớn nhất của Thổ Tinh và là vệ tinh lớn thứ nhì trong thái dương hệ. Dù là một vệ tinh, Titan có kích thước lớn hơn hai hành tinh khác là Thủy Tinh (Mercury) và Diêm Vương Tinh (Pluto), nó có bầu khí quyển giống như tại các hành tinh hay đậm đặc hơn tại Thủy Tinh, trái đất và Hỏa Tinh. Chất khí nitrogen và các chất hydrocarbon khác là các thành phần chính của bầu khí quyển, tương tự như bầu khí quyển của trái đất trong giai đoạn khởi đầu mới thành lập. Những hợp chất hydrocarbon là yếu tố chính tạo nên các amino acid cần thiết cho đời sống. Nhiệt độ tại mặt đất của vệ tinh này là -178 độ C (-289 độ F.) Các nhà hóa học tin là chất ethane, methane lỏng chứa đầy các sông hồ.



Hình chụp bề mặt vệ tinh Titan (NASA)



Bề mặt của Titan do phi thuyền Huygens chụp. Huygens là phi thuyền của Cơ Quan Không Gian Âu Châu và cũng là phi thuyền đầu tiên hạ xuống để thám hiểm vệ tinh này. Phi thuyền này được phóng đi từ trái đất vào tháng 10, 1997 và hạ xuống Titan ngày 25/12/2005.

Dựa vào những dữ kiện thu thập được từ phi thuyền Cassini của cơ quan NASA cộng tác cùng Cơ quan không gian Âu Châu và Cơ quan không gian Ý Đại Lợi đang khảo sát vệ tinh này, vào ngày 7/6/2010, hai phúc trình của các nhà sinh học không gian đã đưa ra nhận xét rằng có thể có đời sống đang hiện trên vệ tinh Titan. Sinh vật này là một dạng ban đầu, tiêu thụ chất khí hydrogen và acetylene. Cũng giống như loài người ở địa cầu dùng oxygen làm nguyên liệu chính để duy trì đời sống, các sinh vật tại Titan dùng khí methane làm nguyên liệu. Điều này có thể xảy ra tại đây cũng như tại nhiều nơi khác trong thái dương hệ hoặc ngoài thái dương hệ nữa vì những khám phá mới đây chứng tỏ là đời sống không phải được duy trì đơn thuần chỉ với các chất carbon, hydrogen, oxygen, phosphorus, nitrogen và sulfur như ta vẫn thường thấy đối với các sinh vật đang sống trên trái đất. Thứ năm ngày 2 tháng 12, 2010, Felisa Wolfe-Simon, một nhà sinh hoá cùng các cộng sự viên đã đăng trên tạp chí Khoa Học là bà đã tìm thấy một loài sinh vật sống tại nơi đầm lầy hồ Mono gần công viên quốc gia Yosemite, California. Sinh vật này dùng chất Arsenic, một chất cực độc cho con người cùng một

số động vật khác, thay thế cho chất phosphorus để tăng trưởng và duy trì đời sống. Sally Dodson-Robinson, giáo sư khoa Thiên Văn Học tại đại học Texas tại Austin phát biểu: “Sinh vật này đã dùng chất Arsenic thay thế cho chất phosphorus trong cấu trúc DNA. Khám phá này làm người ta tin tưởng là có thể có đời sống khác ngoài trái đất”.

- oOo -

Điều gì đã gây nên sự khác biệt lớn lao giữa trái đất với hai hành tinh lân cận là Kim Tinh và Hỏa Tinh, giữa hai vệ tinh Titan và Callisto? Biết rõ những điều này khiến ta hiểu tại sao trái đất là một hành tinh xanh với đời sống sung túc trong khi hành tinh lân cận lại là cõi chết. Biết rõ sự tiến hoá và biến hoá của bầu khí quyển là điều cần bản giúp ta hiểu xem hành tinh nào ngoài thái dương hệ có thể có sự sống.

Bầu khí quyển tại một hành tinh có thể được thành lập từ những chất hơi bằng nhiều cách: chất khí được thoát ra từ trong lòng hành tinh đó ra ngoài, có thể do các sao chổi và các thiên thạch từ không gian đưa tới và có thể do sức hút của chính hành tinh đó kéo các chất khí từ không gian về. Cho đến nay, các nhà khoa học lại chú ý tới việc các chất khí bị thoát đi từ các hành tinh vào không gian như việc được cung cấp. Đối với bầu khí quyển của trái đất, dù rằng hiện nay lượng khí mất vào không gian tương đối nhỏ, chỉ mất khoảng 3 kí lô khí hydrogen và 50 gram khí helium cho mỗi giây, nhưng khi trái đất nóng dần lên, tốc độ thoát đi của những chất khí nhẹ này tăng lên theo cấp số nhân.

Nhận biết điều quan trọng của sự thoát khí ra khỏi các hành tinh người ta sẽ hiểu được bộ mặt tương lai của thái dương hệ. Từ thập niên trước, các khoa học gia thắc mắc tại sao Hỏa Tinh lại có một bầu khí quyển mỏng như vậy, nhưng cho đến ngày nay họ lại ngạc nhiên là hành tinh này lại không còn một chút khí nào nữa? Tại sao bầu khí quyển trên vệ tinh Callisto lại biến hết trong khi bầu khí quyển tại Titan lại đậm đặc, và trước kia bầu khí quyển tại vệ tinh này có đậm đặc hơn bây giờ không? Tại sao khí nitrogen và carbon dioxide lại dày đặc trong bầu khí quyển của Kim Tinh trong khi nước lại bay mất hết? Một ngày nào đó trái đất của chúng ta sẽ biến thành địa ngục giống như Kim Tinh chăng?

Theo David C. Castling, khoa học gia hành tinh và Kevin J. Zahnle, nhà nghiên cứu không gian tại trung tâm Nasa thì những nguyên do chính đưa đến việc các chất hơi thoát ra khỏi sức hút của hành tinh đó bao gồm: (1) Trong tiến trình do nhiệt tạo ra, các chất hơi dễ bị nung nóng và bốc thoát đi nhanh chóng; (2) Nếu không phải nguyên do của nhiệt, các phản ứng hoá học tạo ra liên tục làm các phân tử và nguyên tử trở thành không bền vững và (3) nguyên do sau nữa là do các thiên thạch và sao chổi đụng vào khiến các chất hơi bắn tung lên và vượt ra khỏi sức hút của hành tinh đó để thoát vào không gian.

Các chất khí thoát ra khỏi các hành tinh do nhiệt tạo ra được coi là thông thường và chính yếu trong 3 nguyên nhân kể trên. Tất cả các vật thể trong thái dương hệ đều bị hâm nóng bởi ánh sáng mặt trời. Để chống đỡ lại, chúng phát ra những luồng bức xạ, như trường hợp trái đất, từ đó hơi nóng của mặt trời sẽ được đưa trở lại không gian qua lớp khí quyển mỏng.

Các chất khí thoát ra ngoài không gian do nhiệt tạo ra có thể do hai cách:

- 1- Do tiến trình Jeans như nhà thiên văn học người Anh James Jeans miêu tả vào đầu thế kỷ 20. Trên thượng tầng bầu khí quyển (Exosphere, khoảng 500 km cách mặt đất), những nguyên tử và phân tử thoát ra khỏi hấp lực của trái đất dễ dàng để tan biến vào không gian một cách liên tục. Những chất khí nhẹ như hydrogen tuy dễ dàng vượt qua được hấp lực trái đất nhưng chúng phải lên được tới lớp thượng tầng bầu khí quyển này. Những nguyên tử hydrogen thường thì không lên quá khỏi lớp khí quyển thấp nhất. Hơi nước tích tụ lại để rơi xuống dưới và khí methane bị oxy hoá để tạo nên chất khí CO₂. Chỉ một số ít hơi nước và khí methane lên được tầng thứ nhì của bầu khí quyển (Stratosphere) rồi bị phân tích ra để phóng thích khí hydrogen ra, từ đó các chất khí này có thể từ từ tiến lên tầng cao hơn rồi vượt ra khỏi ảnh hưởng của hấp lực trái đất để thoát ra ngoài. Đó là lý do giải thích tại sao cho tới ngày nay, trái đất đã bị mất từ 10 đến 40 phần trăm khí hydrogen kể từ ngày mới thành lập. Tiến trình Jeans cũng cắt nghĩa được tại sao mặt trăng lại không có bầu khí quyển. Những chất khí được phóng thích từ mặt đất dễ dàng bốc lên cao để thoát ra khỏi vùng hấp lực vậy.
- 2- Cách thoát khí thứ nhì có tầm phổ biến hơn nhiều. Thượng tầng bầu khí quyển có thể hấp thu tia hồng ngoại tuyến của mặt trời, rồi nóng dần lên để tạo nên một sức hút, kéo các chất khí ở phía dưới lên. Càng lên cao, tốc độ di chuyển của các chất khí càng lớn dần, dần dần vượt qua vận tốc âm thanh rồi qua vượt thoát khỏi hấp lực của trái đất để thoát ra ngoài. Hiện tượng này gọi là hiện tượng thoát khí do thủy động lực tạo ra, hay còn gọi là *gió hành tinh* tương tự như các chất khí thổi từ mặt trời ra ngoài không gian mà người ta gọi là *gió mặt trời* vậy.

Một bầu khí quyển càng có nhiều chất khí hydrogen càng dễ thoát ra ngoài do thủy động lực gây nên. Khi những luồng khí hydrogen thoát ra ngoài, chúng cuốn theo các nguyên tử và phân tử nặng. Khi quan sát hành tinh HD 209458b lớn tương tự như Mộc Tinh với viễn vọng kính Hubble vào năm 2003, Alfred Vidal-Madjar cùng các cộng sự viên tại Viện Thiên Văn-Vật Lý Học Paris đã tường trình là bầu khí quyển của hành tinh này đầy rẫy khí hydrogen và cũng có nhiều những chất khí nặng như oxygen và carbon. Những chất khí nặng này không thể thoát ra khỏi mặt đất để bốc lên cao được mà phải được kéo lên bởi những luồng khí hydrogen.

Vào những năm thái dương hệ mới được thành lập, bầu khí quyển tại những hành tinh ở thể dẫn gần mặt trời chứa rất nhiều chất khí hydrogen. Loại chất khí này được thành lập do những phản ứng hoá học giữa hơi nước và chất sắt, do những luồng hơi tinh vân (nebular gas) hoặc do hơi nước bị các tia tử ngoại của ánh sáng mặt trời phân tích ra. Trong thời sơ khai này, các thiên thạch và sao chổi thường xuyên đụng vào các hành tinh này khiến cho bầu khí quyển chứa đầy hơi nước. Trong suốt thời gian kéo dài cả ngàn năm, hơi nước đọng lại để rơi trở về mặt đất, nhưng vì Kim Tinh quá gần mặt trời, hơi nước trong bầu khí quyển bị tia tử ngoại phân tích thành các nguyên tử oxygen và hydrogen và hiện tượng thoát khí do thủy động lực gây ra là nguyên do chính khiến các chất khí quý tại hành tinh này cho tới nay không còn nữa. James F. Kasting tại Pennsylvania State University ước tính là tất cả chất khí hydrogen kéo theo khí oxygen

thoát ra khỏi Kim Tinh chỉ trong khoảng vài chục ngàn năm, chỉ còn để lại chất khí carbon dioxide thôi. Vì không còn hơi nước làm xúc tác cho các phản ứng hoá học nữa, hơi carbon dioxide trên mặt hành tinh này bị khoáng hoá thành đá vôi và ngày càng tích tụ nhiều tại bầu khí quyển như ta thấy hiện nay.

Hiện tượng thoát khí do thủy động lực gây ra cũng thấy ở hành tinh trái đất và Hoả Tinh tuy ở mức độ thấp và cả tại vệ tinh Titan. Bầu khí quyển trên vệ tinh này trước kia dày đặc và do hiện tượng thoát khí mà ở trong tình trạng như hiện nay.

Tuy vậy, tại nhiều hành tinh trong đó có cả trái đất, sự thoát khí do nhiệt gây ra ít quan trọng hơn do những nguyên nhân không phải nhiệt, đó là do các phản ứng hóa học gây ra hay sự cọ sát giữa các nguyên tử khiến cho các phân tử đạt được một vận tốc vượt khỏi hấp lực để thoát ra ngoài không gian. Có khi do sự trao đổi điện tích giữa giữa hai phân tử: phân tử của chất khí hydrogen *nhanh* cọ sát với phân tử hydrogen *trung hòa* và lấy điện tích của phân tử này. Kết quả là phân tử hydrogen *nhanh trung hòa* này có khả năng vượt thoát khỏi hấp lực. Khoảng 60 tới 90 phần trăm trên tổng số chất khí hydrogen bị mất trên trái đất là do nguyên do này và cũng là nguyên do chính khí hydrogen bị mất tại Kim Tinh. Một nguyên nhân của sự thoát khí khác là hiện tượng quang hoá xảy ra tạo Hỏa Tinh và có thể tại Titan nữa. Các nguyên tử oxygen, nitrogen, carbon monoxide trôi lên vùng thượng tầng bầu khí quyển, ở đó chúng bị các tia bức xạ mặt trời ion hoá sau đó bị tách ra thành các phân tử để thoát vào không gian. Hoả Tinh, Kim Tinh và Titan không có từ trường nên các chất khí tại vùng thượng tầng khí quyển dễ bị gió mặt trời cuốn đi. Bầu khí quyển trên Hỏa Tinh hiện nay giàu chất khí nitrogen nặng và chất đồng vị carbon, điều này chứng tỏ nó đã mất khoảng 90 phần trăm số lượng chất khí có trong giai đoạn ban đầu.

Cả hai nguyên nhân do nhiệt và không phải do nhiệt gây nên việc thoát khí đều không đáng kể khi so với việc các thiên thạch hay sao chổi đụng vào hành tinh. Việc bắn tung lên dữ dội và nhanh khiến các chất khí thoát khỏi hấp lực của hành tinh và thoát ra ngoài không gian dễ dàng. Khoảng 65 triệu năm trước, các loài khủng long và hầu hết sinh vật trên trái đất bị tiêu diệt do hậu quả của sự đụng chạm với thiên thạch. Hoả Tinh lại gần với vòng đai thiên thạch nên sự đụng chạm thường xuyên trong giai đoạn ban đầu nên có thể đó là nguyên nhân chính cho các chất khí thoát hết tại hành tinh này vậy. Vệ tinh Callisto chịu ảnh hưởng nặng nề bởi hấp lực mạnh của hành tinh mẹ là Mộc Tinh nên đó cũng là nguyên do khiến nó không có bầu khí quyển. Hấp lực của Mộc Tinh đã lôi kéo các thiên thể và sao chổi về vùng này khiến những đụng chạm thường xuyên xảy ra và kết quả là bao nhiêu chất khí trong bầu khí quyển của Callisto thoát hết vào không gian. Trái lại, vì quỹ đạo của vệ tinh Titan tương đối xa với hành tinh mẹ là Thổ Tinh nên sự va chạm tương đối ít xảy ra hơn nên nó còn duy trì được bầu khí quyển cho tới ngày hôm nay.

Sau đây là tóm lược nguyên nhân sự thoát khí tại các hành tinh và vệ tinh trên trong thời cổ xưa và hiện nay:

- *Trái đất*: Trước kia do hiện tượng thủy động lực, các chất khí thoát đi gồm hydrogen và neon;

hiện nay do hiện tượng Jeans, trao đổi điện tích và gió hành tinh. Các chất khí thoát đi là hydrogen và helium.

- *Kim Tinh*: Trước kia do hiện tượng thủy động lực, các chất khí thoát đi là hydrogen và oxygen; hiện nay do hiện tượng trao đổi điện tích, các chất khí mất đi là hydrogen và helium.

- *Hỏa Tinh*: Trước kia bị các thiên thạch và sao chổi đụng vào làm các chất khí thoát hết vào không gian.

- *Vệ tinh Callisto*: Giống như Hỏa Tinh, các chất khí thoát hết vào không gian do thiên thạch và sao chổi đụng vào.

- *Vệ tinh Titan*: Các chất khí như hydrogen, nitrogen thoát đi do hiện tượng thủy động lực trong giai đoạn đầu. Hiện nay nó chịu các hiện tượng Jeans, đôi khi bị các thiên thạch đụng làm mất đi các chất hơi như hydrogen, nitrogen và methane.

- o0o -

Phần lớn các nhà khoa học đều cho rằng vào khoảng 2.4 tỉ năm trước, việc tích tụ chất khí oxygen trên trái đất là do hoạt động của các vi khuẩn trong tiến trình quang tổng hợp. Trong tiến trình quang tổng hợp này, vi khuẩn tách nguyên tử nước thành các phân tử hydrogen và oxygen. Một phần khí hydrogen sẽ tạo ra các nguyên tử methane, một phần bay vào bầu khí quyển. Mặc dù cho đến nay, số lượng chất khí này thoát ra khỏi bầu khí quyển chỉ là số lượng nhỏ vì phần lớn hơi nước chứa những chất khí này, hơi nước tích tụ tại tầng cuối cùng của bầu khí quyển để trở thành mưa và rơi trở lại mặt đất. Nhưng mỗi tỉ năm, mặt trời nóng hơn lên 10 phần trăm, bầu khí quyển trái đất cũng nóng dần lên theo, các chất khí thoát đi ngày trở nên ào ạt hơn. Khi đó biển hồ sẽ cạn dần và trái đất sẽ trở thành một hành tinh chết và do ảnh hưởng của hiện tượng nhà kính, nhiệt độ trái đất lúc này sẽ làm đá chảy ra và sẽ theo gót Kim Tinh trở thành hành tinh địa ngục vậy.

***Trần Hồng Văn.**
(Tháng 12/2010)