

Những thành tựu mới nhất trong thiên văn học

Nguyễn Quang Riệu

Nguyên Giám đốc Nghiên cứu tại Đài Thiên văn Paris, Pháp

Bài viết điểm lại những thành tựu mới nhất trong lĩnh vực thiên văn học, trong đó nổi bật là những kết quả nghiên cứu thú vị và quan trọng trong việc tìm kiếm những hành tinh bên ngoài hệ mặt trời, nơi có khả năng chứa sự sống tương tự như trái đất của chúng ta.

Từ thời xa xưa, nhân loại đã muốn biết có những gì đằng sau nền trời lóng lánh đầy sao. Nền văn minh kỹ thuật hiện đại đã giúp các nhà thiên văn chế ra những kính viễn vọng ngày càng lớn đặt trên mặt đất và phóng lên không gian cùng những thiết bị điện tử thu tín hiệu ngày càng tinh vi để khám phá vũ trụ. Ánh sáng của các thiên hà xa xôi phải mất rất nhiều thời gian mới truyền tới trái đất. Các nhà thiên văn dùng kính soi quét sâu trong không gian vũ trụ để đi ngược dòng thời gian nhằm tìm hiểu quá trình tiến hoá của vũ trụ từ thuở sơ sinh.

Hiện nay, công việc nghiên cứu thiên văn được tập trung vào môn vũ trụ học để tìm hiểu nguồn gốc và sự tiến hoá của vũ trụ. Phòng thí nghiệm vũ trụ là một môi trường phong phú về mặt lý - hoá sản xuất vật chất hữu cơ, mầm mống của sự sống, nên cũng là một mục tiêu quan sát. Một đề tài nghiên cứu không kém phần quan trọng là sự tìm kiếm những hành tinh bên ngoài hệ mặt trời, đặc biệt là loại địa cầu tương tự như trái đất có khả năng chứa sự sống.

Tìm kiếm dấu ấn những gợn sóng hấp dẫn nguyên thủy

Vụ nổ Big Bang cách đây 13,7 tỷ năm đã tạo ra một bức xạ vi ba (vô tuyến) được gọi là “bức xạ phông vũ trụ” lan tỏa khắp không gian. Mô hình vũ trụ học tiên đoán là ngay sau khi được tạo ra từ vụ nổ Big Bang, vũ trụ nguyên thủy đã trải qua một thời đại “lạm phát”. Trong những khoảnh khắc đầu tiên, vũ trụ đột ngột phình ra theo hàm mũ, từ khi còn nhỏ li ti như một hạt hạ nguyên tử để trở nên to bằng một quả bóng đá. Sau đó vũ trụ dần nở và bành trướng đều cho tới ngày nay. Hiện tượng lạm phát nguyên thủy tạo ra những gợn sóng hấp dẫn lan truyền trong không - thời gian, tương tự như những làn sóng lăn tăn trên mặt hồ. Theo thuyết tương đối,

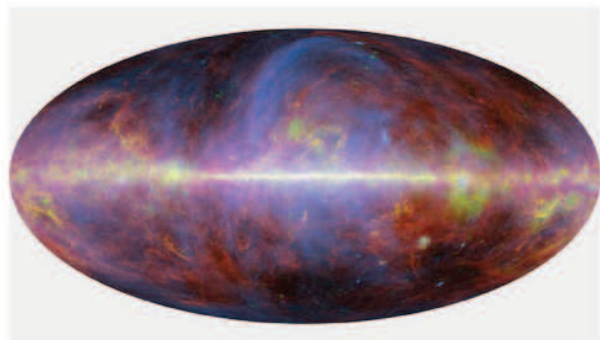
thời gian có thể gộp với không gian ba chiều để tạo ra một thực thể bốn chiều gọi là không - thời gian.

Trong pha lạm phát, sự chấn động của không - thời gian tạo ra những làn sóng hấp dẫn. Sóng hấp dẫn nguyên thủy để lại một dấu ấn đặc trưng trong bức xạ phông vũ trụ dưới dạng một bức xạ phân cực được gọi là bức xạ phân cực loại B. Những hạt bụi và những hạt có điện tích như electron (bức xạ synchrotron) rất phổ biến trong Ngân hà cũng phát ra bức xạ phân cực làm sự phát hiện bức xạ phân cực xuất phát từ sóng hấp dẫn trở nên phức tạp. Muốn đạt được kết quả, các nhà thiên văn phải quan sát bức xạ phông vũ trụ với độ chính xác 10^{-7} Kelvin.

Quan sát phông vũ trụ nhằm phát hiện bức xạ phân cực B là một thách thức đối với các nhà vũ trụ học ngày nay. Vũ trụ sơ sinh là một thế giới lượng tử. Trong mô hình vũ trụ học, trường hấp dẫn phải được lượng tử hoá để nghiên cứu môi trường vũ trụ vi mô nguyên thủy. Hiện tượng lạm phát là một hiện tượng lượng tử tạo ra sóng hấp dẫn. Những cụm vật chất lớn nhổn trong vũ trụ, mầm mống của những chùm thiên hà, có thể xuất phát từ những dao động lượng tử tồn tại từ những khoảnh khắc đầu tiên ngay sau vụ nổ Big Bang. Sự phát hiện sóng hấp dẫn trong vũ trụ nguyên thủy sẽ củng cố giả thuyết là bản chất của lực hấp dẫn cũng có tính lượng tử, không khác những lực cơ bản khác trong tự nhiên.

Vệ tinh Planck của Cộng đồng châu Âu (ESA) được phóng lên không gian từ tháng 5.2009 là một trong số thiết bị được dùng để phát hiện bức xạ phân cực nguyên thủy. Những thiết bị thu tín hiệu trên vệ tinh được ướp lạnh xuống tới -273 Celsius (xấp xỉ 0 độ tuyệt đối) để có độ nhạy tối ưu. Vệ tinh quan sát hết cả bầu trời trên những dải sóng từ lĩnh vực vô tuyến, hạ milimet đến lĩnh vực hồng ngoại. Đầu năm

2015, toàn bộ số liệu thu được bằng vệ tinh Planck đã được công bố với độ chính xác rất cao. Tuy nhiên cho đến nay, các nhà thiên văn vẫn chưa tìm thấy dấu ấn của sóng hấp dẫn trong bức xạ phông vũ trụ. Họ đang cộng tác để kết hợp số liệu của vệ tinh Planck với số liệu thu được bằng những kính viễn vọng đặt trên mặt đất, nhằm phát hiện được tín hiệu yếu ớt, nhưng vô cùng quan trọng trong vấn đề nghiên cứu nguồn gốc và sự tiến hoá của vũ trụ.



Bức xạ trong Ngân hà phát ra bởi những electron di chuyển tự do (free-free emission) hay bị bẫy trong từ trường (bức xạ synchrotron) và bức xạ nhiệt phát ra bởi những hạt bụi. Các bức xạ này, đặc biệt là bức xạ phân cực bụi và bức xạ phân cực synchrotron, là rào cản đối với sự quan sát bức xạ phân cực của vũ trụ nguyên thủy mà các nhà thiên văn muốn phát hiện (ảnh: Planck Collaboration)

Phòng thí nghiệm vũ trụ

Môi trường liên sao (giữa những ngôi sao) rất loãng, chỉ chứa vài chục nguyên tử và phân tử trong một xentimet khối. Nhiệt độ cũng chỉ thấp khoảng -150 Celsius. Nhờ có bức xạ tử ngoại phát ra từ những ngôi sao nên các phản ứng hoá học mới có thể được thực hiện để sản xuất ra phân tử. Những đám khí tương đối đặc trong môi trường liên sao và trong vỏ những ngôi sao là nơi chứa nhiều phân tử.

Trong quá trình quay và rung động trong không gian, phân tử thay đổi mức năng lượng và phát ra bức xạ vô tuyến và hồng ngoại. Mỗi loại phân tử có những vạch phổ đặc trưng. Các nhà thiên văn thu những vạch phổ để khẳng định bản chất của phân tử. Cho tới nay, khoảng 200 phân tử đủ loại, từ phân tử đơn giản như hydro đến những phân tử hữu cơ phức tạp như những phân tử sinh học, đã được phát hiện trong Ngân hà. Những phân tử đầu tiên phát hiện trên bước sóng vô tuyến trong thập niên 60 là những phân tử đơn giản như hydroxyle (OH) và amoniac (NH_3). Sau này, những phân tử hữu cơ phức tạp như ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), acetic acid (CH_3COOH) đã được phát hiện trong vùng trung

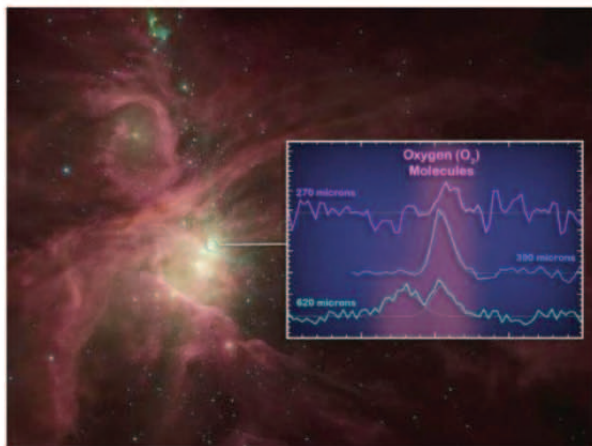
tâm Ngân hà. Sự phát hiện những phân tử sinh học glycoaldehyde (CH_2OHCHO) và iso-propyl cyanide ($\text{C}_3\text{H}_7\text{CN}$) cho thấy vũ trụ là một phòng thí nghiệm rất phong phú có khả năng tạo ra sự sống. Những phân tử amino acid là thành phần cơ bản của chất đạm. Chúng tôi cùng đồng nghiệp tại Đài Thiên văn Paris cũng đã sử dụng kính viễn vọng vô tuyến Pháp - Đức IRAM có đường kính 30 m để tìm kiếm phân tử glycine ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) trong Ngân hà, nhưng vẫn chưa đạt được kết quả. Glycine là loại amino acid đơn giản nhất.



Hình chụp hệ kính viễn vọng vô tuyến ALMA đặt tại Chilê cùng với dải Ngân hà ở hậu cảnh. Hệ kính ALMA gồm 66 ăngten cũng đã được dùng để phát hiện phân tử trong vũ trụ

Theo những kết quả lý thuyết, oxy (O_2) là một trong những nguyên tố hóa học phổ biến nhất trong vũ trụ. Không khí trên bề mặt trái đất mà chúng ta thở chứa tới 20% O_2 . Vì bầu khí quyển xung quanh trái đất chứa phân tử O_2 nên các nhà thiên văn phải đặt kính viễn vọng trên vệ tinh phóng vào không gian để phát hiện O_2 trong Ngân hà. Họ sử dụng vệ tinh Herschel được trang bị những máy thu hiện đại. Họ vô cùng ngạc nhiên khi nhận thấy là phân tử O_2 không dễ được phát hiện như tiên đoán. Lý do là vì nguyên tử oxy tổ hợp với hydro thành nước đóng băng và bám chặt vào những hạt bụi trong Ngân hà nên không kết hợp được với nhau để tạo ra phân tử O_2 . Một ít O_2 đã được phát hiện trong những đám khí đặc như tinh vân Lạp hộ (Orion), chứa rất nhiều

ngôi sao nóng. Có khả năng nguyên tử oxy được giải phóng do ánh sáng của những ngôi sao hun nóng những hạt băng và kết hợp thành phân tử O_2 . Sự khan hiếm phân tử O_2 quan sát thấy trong vũ trụ đã giúp các nhà hóa học xem xét lại lý thuyết về quá trình hình thành phân tử O_2 .



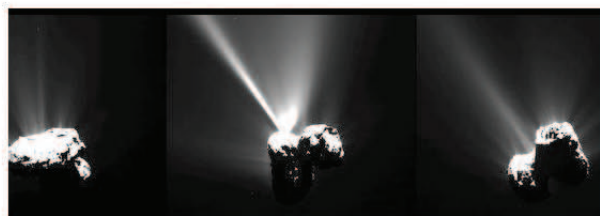
Những vạch phổ hồng ngoại (bên phải) phát ra bởi phân tử O_2 thu được bằng vệ tinh Herschel trong tinh vân Lạp Hộ (Orion, bên trái). Tinh vân Lạp Hộ là cái nôi của những ngôi sao đang hình thành (ảnh: ESA/NASA/JPL-Caltech)

Phát hiện những hành tinh xa xôi và dấu vết của sự sống

Phải chăng trái đất là nơi duy nhất trong vũ trụ có sự sống? Câu hỏi này được nhân loại đặt ra từ thời xa xưa. Ngày nay các nhà thiên văn sử dụng những phương tiện kỹ thuật tiên tiến để đột nhập thật sâu vào vũ trụ bao la nhằm phát hiện những hành tinh xa xôi. Sự sống như trên trái đất chỉ có thể tồn tại trên những hành tinh có khí quyển và điều kiện khí hậu ôn hòa. Ngân hà chứa rất nhiều hơi nước, nhưng nước ở thể lỏng mới là yếu tố cần thiết cho sự sống. Vệ tinh phóng lên những hành tinh gần gũi trong hệ mặt trời cũng đã phát hiện được những kênh do những dòng nước chảy xiết để lại từ thời xa xưa. Biển nước lỏng cũng có khả năng tồn tại dưới bề mặt những hành tinh đóng băng. Hệ mặt trời chỉ có 8 hành tinh nên sự quan sát để tìm dấu vết của nước và sự sống bị hạn chế. Các nhà thiên văn sử dụng những phương pháp rất tinh vi để phát hiện những hành tinh ở ngoài hệ mặt trời. Cho tới nay họ đã tìm thấy khoảng 2.000 hành tinh, trong đó có một số hành tinh có vỏ rắn như trái đất quay xung quanh những ngôi sao trong vùng nhiệt độ ôn hòa và có khả năng chứa nước ở thể lỏng thích hợp với

sự sống. Các nhà thiên văn vừa mới phát hiện được một hành tinh quay xung quanh ngôi sao Wolf 1061 chỉ cách trái đất 14 năm ánh sáng. Siêu địa cầu này nặng gấp 4 lần trái đất và nằm trong vùng có thể có nước ở thể lỏng. Wolf 1061 là một ngôi sao lùn không nóng bằng mặt trời nên vùng có nước lỏng có thể tồn tại rất gần ngôi sao trung tâm. Một năm trên siêu địa cầu đất này chỉ dài 18 ngày.

Mới đây, một sự kiện được giới truyền thông đại chúng toàn cầu chú ý là vụ phóng phi thuyền Rosetta (năm 2004) để đuổi theo sao chổi Tchouri-Gerasimenko (gọi tắt là Tchouri). Rosetta mang theo trạm tự động Philae. Sau 10 năm phiêu lưu trong hệ mặt trời, Philae đã được thả xuống bề mặt sao chổi để quan sát trực tiếp. Trạm Philae không được thả đúng vị trí thích hợp để các thiết bị được cung cấp năng lượng mặt trời nên không hoạt động được tốt như dự kiến. Những số liệu thu được tuy không đầy đủ, nhưng cũng được dùng để xác định những hiện tượng lý - hoá nhằm tìm hiểu quá trình tiến hoá của hệ mặt trời và khả năng nảy sinh ra sự sống. Nhiều phân tử hữu cơ như methyle và acetone, tiền thân của những phân tử sinh học như đường và amino acid, đã được phát hiện trong sao chổi Tchouri. Phân tử O_2 tuy rất khó tìm thấy trong Ngân hà cũng đã được phát hiện trong những đám khí phun ra từ Tchouri do ánh sáng mặt trời hun nóng.



Phi thuyền Rosetta bay lượn xung quanh sao chổi Tchouri và chụp được ảnh Tchouri đang phun ra vật chất khi tiến đến gần mặt trời (ảnh: ESA, Osiris Team)

Sao chổi được hình thành từ những đám khí trong hệ mặt trời cách đây 4,6 tỷ năm. Lần đầu tiên một vật thể nhân tạo có đầy đủ thiết bị quan sát được thả thành công xuống một thiên thể xa xôi sau một cuộc hành trình dài 10 năm. Trạm tự động Philae, tuy chưa hoàn thành hết nhiệm vụ, nhưng đã cung cấp nhiều thông tin quý giá về quá khứ của hệ mặt trời ☾