



# KÌ BÍ VŨ TRỤ

VŨ TRỤ LÀ MỘT PHÒNG THÍ NGHIỆM VĨ ĐẠI, TRONG ĐÓ NHỮNG ĐIỀU KIỆN VẬT LÝ KHÁC NHAU TẠO RA NHIỀU HIỆN TƯỢNG ĐÔI KHI KHÔNG LÍ GIẢI ĐƯỢC. SỰ TÌM KIẾM NHỮNG HÀNH TINH Ở NGOÀI HỆ MẶT TRỜI VÀ SỰ SỐNG TRONG VŨ TRỤ CŨNG LÀ NHỮNG ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU. MUỐN ĐẠT ĐƯỢC MỤC TIÊU, CÁC NHÀ THIÊN VĂN PHẢI SỬ DỤNG NHỮNG KÍNH THIÊN VĂN LỚN, ĐƯỢC TRANG BỊ MÁY THU VÀ PHỔ KẾ CÓ ĐỘ NHẠY VÀ ĐỘ PHÂN GIẢI CAO, HOẠT ĐỘNG TRÊN NHỮNG MIỀN SÓNG PHỦ TẤT CẢ PHỔ ĐIỆN TỬ.

GS.TSKH NGUYỄN QUANG RIỆU

## VŨ TRỤ HỌC

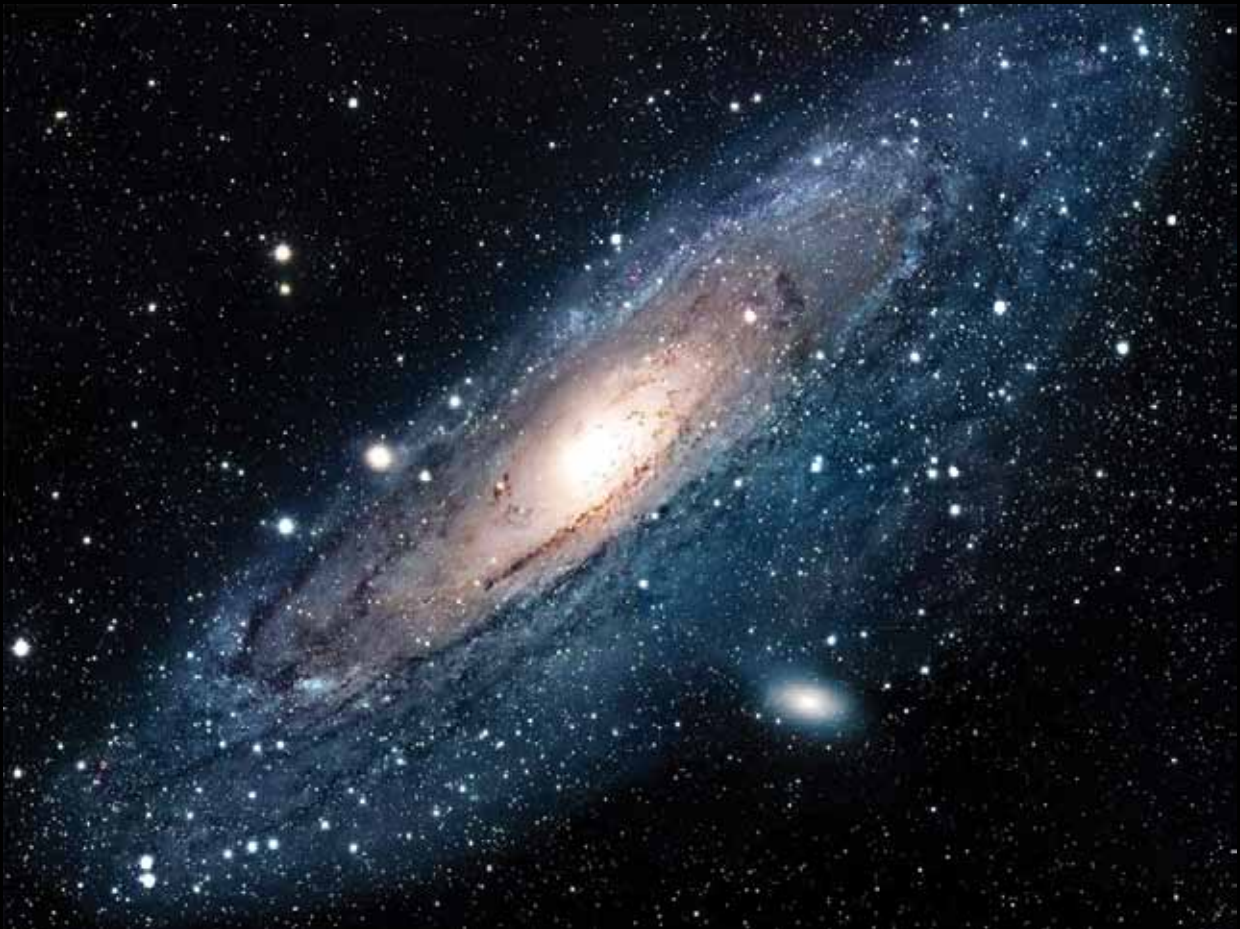
Hubble quan sát thấy các thiên hà đều lùi xa nhau và phát hiện là Vũ trụ đang nở. Theo định luật Doppler, bức xạ của những thiên hà phải dịch chuyển về phía bước sóng dài (dịch chuyển về phía đỏ). Hai khái niệm về Vũ trụ có tính cạnh tranh nhau đã được đề xuất. Theo "mô hình trạng thái ổn định", vật chất trong Vũ trụ được tạo ra liên tục để bù trừ sự giảm sút mật độ vật chất vì Vũ trụ đang nở. Ngược lại, "mô hình Big Bang" ủng hộ khái niệm Vũ trụ đột nhiên ra đời đã khoảng 14 tỷ năm, từ một môi trường

cực kỳ đặc và nóng. Sau đó, Vũ trụ dần nở liên tục và nguội dần.

Thuyết Big Bang, tuy chưa hoàn thiện, nhưng tỏ ra có cơ sở tương đối vững chắc khi được đối chiếu với những kết quả quan sát. Thuyết Big Bang được đa số các nhà thiên văn vật lý chấp nhận. Vũ trụ ban đầu rất nóng và bị ion hoá. Trong môi trường plasma nguyên thủy này, những hạt photon không di chuyển dễ dàng vì tương tác với những hạt electron tự do. Do đó, Vũ trụ mờ đục trong khoảng 400 000 năm đầu, cho tới khi nhiệt độ giảm xuống còn khoảng

4000 độ Kelvin. Khi đó, electron mới tái hợp được với ion để sản xuất ra những nguyên tử trung hòa và Vũ trụ mới trở nên trong sáng.

Trọng lực là lực rất phổ biến trong thiên nhiên, làm các thiên hà kết hợp với nhau thành từng cụm thiên hà. Hình dạng và sự tiến hóa của Vũ trụ được xác định bằng phương trình trong thuyết tương đối rộng của Einstein, bao hàm vật chất và năng lượng. Những phương trình này không được giải một cách tổng quát và chi tiết, nên một số mô hình đã được đề xuất để đơn giản hoá phương trình. Mô



hình Friedmann phổ biến nhất giả định là Vũ trụ đồng đều và đẳng hướng trên phạm vi rộng. Vũ trụ xuất phát từ một điểm kỳ dị có thể coi là Big Bang, sau đó cứ dần nở, thậm chí có khả năng sập sụp vì lực hút hấp dẫn của vật chất. Mô hình này tỏ ra phù hợp với sự phát hiện ra bức xạ Vi ba Phông Vũ trụ tràn ngập khắp không gian. Bức xạ di tích này là tàn dư của vụ nổ Big Bang mà các nhà thiên văn vô tuyến phát hiện năm 1965. Những kết quả quan sát về sau bằng vệ tinh COBE, WMAP và bóng thám không cho thấy bức xạ Phông Vũ trụ không đồng đều. Những vùng lổn nhổn vật chất trong Vũ trụ nguyên thủy là mầm mống của những chùm thiên hà mà các nhà thiên văn quan sát thấy hiện nay.

Mô hình "Big Bang nóng" được cải tiến để giải thích cấu trúc của Vũ trụ trên phạm vi rộng với đầy đủ chi tiết. Vũ trụ nguyên thủy không dần nở đồng đều. Không lâu sau thời điểm Big Bang, Vũ trụ đột nhiên gia tốc và phình ra trong giây lát làm kích thước của Vũ trụ tăng lên theo số mũ. Hiện tượng "lạm phát"

này được đề xuất để giải thích sự đồng đều trên phạm vi rộng của bức xạ Phông Vũ trụ và tính chất bằng phẳng của Vũ trụ dựa trên những kết quả quan sát. Những cấu trúc nhỏ không đồng đều trong Vũ trụ, xuất phát từ những thăng giáng lượng tử, được khuếch đại trong pha lạm phát và cuối cùng là sập sụp để tạo ra những thiên hà.

Lý thuyết dây ủng hộ quan niệm cho rằng phân tử cơ bản của vật chất tồn tại dưới dạng những sợi dây nhỏ li ti, thay vì những hạt cơ bản. Kích thước của dây vũ trụ nhỏ không đáng kể so với kích thước đặc trưng thông dụng trong những cuộc thí nghiệm thông thường. Lý thuyết dây cần đến một không-thời gian có tối thiểu mười chiều, chứ không phải là bốn chiều như thường lệ. Những chiều phụ rất cong và không nhìn thấy. Dây tuy có kích thước nhỏ nhưng có lực căng rất lớn. Tính chất của những hạt cơ bản thông thường được tạo ra từ những kiểu dao động của dây. Lý thuyết dây có khả năng dẫn đến một lý thuyết lượng tử hoá lực hấp dẫn và sẽ được dùng để

ngiên cứu Vũ trụ nguyên thủy ở thời điểm gần Big Bang, khi Vũ trụ có mật độ và độ cong cực kỳ lớn. Lý thuyết dây sẽ có thể là "lý thuyết của đủ mọi thứ", thống nhất được tất cả các lực, tức là lực hạt nhân yếu và mạnh, lực điện từ và lực hấp dẫn. Tuy nhiên, sự xác nhận bằng thí nghiệm là dây có thật hay không vẫn còn vượt quá khả năng của những máy gia tốc hiện thời.

Những loại sao siêu mới rất sáng (loại Ia), bùng nổ trong những thiên hà xa xôi, được dùng làm vật chỉ thị khoảng cách. Những thiên thể này có độ sáng nội tại như nhau, nên độ sáng biểu kiến của chúng chỉ phụ thuộc vào khoảng cách. Những sao siêu mới dường như mờ hơn là theo dự đoán dựa trên kết quả đo đạc sự dịch chuyển về phía đỏ của phổ. Những sao siêu mới này hẳn phải ở xa hơn là dự đoán và do đó Vũ trụ phải dần nở ngày càng nhanh. Về mặt lý thuyết, một tham số gọi là "hằng số vũ trụ Lambda", là nguyên nhân của sự gia tốc của hiện tượng dần nở Vũ trụ. Hằng số này tương ứng với một lực đẩy

mà lúc đầu Einstein đã đưa vào phương trình của mình để chống lại lực hấp dẫn, nhằm tìm thấy một lời giải cho một Vũ trụ tĩnh. Về mặt vật lý, hằng số vũ trụ được kết hợp với một loại năng lượng gọi là năng lượng tối, có khả năng làm Vũ trụ giãn nở ngày càng nhanh. Năng lượng này được kết hợp với năng lượng chân không rất quen thuộc đối với các nhà vật lý hạt cơ bản. Ngoài ra, sự quan sát bức xạ Phông Vũ trụ và các sao siêu mới cho thấy Vũ trụ chứa tới 70% năng lượng tối và 30% vật chất, mà đa số lại là vật chất tối vô hình. Những kết quả này phù hợp với một Vũ trụ phẳng chi phối bởi năng lượng tối và ở một mức độ nào đó bởi vật chất tối.

Tuy nhiên, bản chất của những thành phần tối vẫn chưa được làm sáng tỏ. Vật chất thường, gọi là "baryon", là thành phần vật chất của những ngôi sao và của môi trường giữa những ngôi sao và cũng là những nguyên tử và phân tử trong tế bào sinh vật trên Trái đất. Baryon chỉ chiếm 4% tổng số vật chất trong Vũ trụ.

#### MÔI TRƯỜNG GIỮA NHỮNG NGÔI SAO

Môi trường giữa những ngôi sao, chủ yếu chứa khí và bụi, cũng là một đối tượng nghiên cứu quan trọng. Mật độ và nhiệt độ trung bình của môi trường này chỉ là vài chục nguyên tử hydro trong một phân khối và vài chục độ Kelvin. Mật độ và nhiệt độ như thế là rất thấp so với những giá trị tương ứng trong môi trường trên Trái đất. Mật độ của môi trường giữa những ngôi sao thấp hơn khoảng mười tỷ tỷ lần mật độ không khí mà ta thở trên Trái đất. Nhiệt độ trung bình trên Trái đất cũng phải cao hơn 273 độ Kelvin (0 độ Celsius). Những nguyên tử nhẹ, chủ yếu là hydro, đơteri và heli được sản xuất trong những phút đầu tiên sau Big Bang. Những nguyên tử nguyên thủy nặng hơn và những phân tử đều được điều chế hàng trăm triệu năm sau, trong các ngôi sao thế hệ đầu tiên. Những vật chất này

được phun vào môi trường giữa những ngôi sao trong giai đoạn cuối của quá trình tiến hoá của những ngôi sao, đặc biệt là qua những vụ nổ sao siêu mới. Sự tìm kiếm phân tử trong môi trường giữa các ngôi sao đã được tiến hành trên quy mô lớn trong vùng sóng vô tuyến, bởi vì vạch phổ vô tuyến dễ bị kích thích bởi những va chạm giữa những phân tử với hydro và bởi những bức xạ. Từ bốn thập niên gần đây, các nhà thiên văn đã phát hiện được trong Dải Ngân hà hơn một trăm phân tử, phần lớn là phân tử hữu cơ. Đáng chú ý là sự phát hiện những acid và amin, chẳng hạn acid formic (HCOOH) và methylamin (CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>).



Đây là những mẫu của phân tử glycin (NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH), trong đó nhóm mạch bên (gắn với một nguyên tử carbon) là một nguyên tử hydro đơn lẻ, thay vì một nhóm nguyên tử. Glycin là thành viên đơn giản nhất trong nhóm 20 acid amin thường có trong protein.

Trong ba thập niên gần đây, nhiều nhóm các nhà thiên văn vô tuyến đã săn tìm glycin trong những vùng có nhiều ngôi sao đang hình thành, như Tinh vân Lạp Hộ và trung tâm Thiên hà của chúng ta. Những mục tiêu này là nơi nhiều phân tử phức tạp đã được phát hiện và do đó, các nhà thiên văn có nhiều triển vọng để tìm thấy glycin. Cho tới nay, họ chưa tìm được bằng chứng nào cho thấy là có

glycin trong không gian vũ trụ. Rất có thể là những vạch phổ glycin quá yếu, nên bị chìm trong nền bức xạ tạo ra bởi những vạch phổ yếu khác và gây ra tình trạng lẫn lộn phổ. Glycin có thể coi là một cái dấu sinh học, chứng minh sự hiện diện của sự sống. Sự phát hiện ra glycin trong không gian giữa những ngôi sao sẽ có tác động lớn, không những đối với ngành thiên văn hoá học, mà còn đối với vấn đề nghiên cứu nguồn gốc của sự sống trên Trái đất và có thể cả ở những nơi nào đó trong Vũ trụ.

#### TÌM KIẾM NHỮNG HÀNH TINH Ở NGOÀI HỆ MẶT TRỜI VÀ DẤU VẾT CỦA NHỮNG HOẠT ĐỘNG SINH HỌC BIỂU LỘ SỰ SỐNG

Chúng ta tự hỏi liệu sự sống có thể tồn tại ở một nơi nào khác trong Thiên hà của chúng ta không? Thiên hà có hàng hà sa số hệ sao cùng những hành tinh quay xung quanh. Sự phát triển sự sống tương tự như trên Trái đất là một quá trình lâu dài. Hệ mặt trời đã được tạo ra từ 4,6 tỷ năm, nhưng loài người nguyên thủy mới xuất hiện cách đây khoảng 3 triệu năm. Sự sống chỉ nảy sinh trên một hành tinh có những điều kiện lý-hoá thích hợp. Hành

trình phải ở không quá gần và không quá xa ngôi sao trung tâm, tức là trong "vùng ở được" của hệ sao, thuận lợi đối với sự sống. Trong hệ mặt trời chẳng hạn, ranh giới của "vùng ở được" cách xa Mặt trời 120 triệu và 250 triệu kilomet (0,8 và 1,6 lần bán kính của quỹ đạo trái đất). Trái đất nằm chính giữa, hành tinh Kim và hành tinh Hoả ở ngoài rìa. Hơn nữa, hành tinh phải có oxy trong khí quyển và nước ở thể lỏng trên bề mặt, hai yếu tố cần thiết cho sự sống.

Những trạm tự động có bánh xe được phóng lên thám hiểm bề mặt những hành tinh lân cận trong hệ mặt trời, chủ yếu là hành tinh Hoả. Nước có thể đã từng chảy trên hành tinh, nhưng nay

đã bốc hơi và biến mất. Con tàu vũ trụ Cassini đã thả trạm tự động Huygens để thăm dò khí quyển và bề mặt Titan, vệ tinh lớn nhất của hành tinh Thổ. Những kết quả quan sát từ không gian cho thấy trong khí quyển Titan có hydrocacbon. Những vùng tối phát hiện trên bề mặt vệ tinh có thể là những hồ mêtan lỏng. Trên Trái đất, chất hữu cơ này tồn tại ở thể khí, nhưng vì nhiệt độ trên Titan rất lạnh, khoảng -180 độ Celsius, nên mêtan đọng lại thành mêtan lỏng. Hồ có thể tồn tại ở ngoài Trái đất như trên Titan, nhưng không nhất thiết là chứa nước. Môi trường của Titan dường như không thích hợp cho lắm đối với loại sinh vật tương tự như trên Trái đất.

Hành tinh không tự phát ra ánh sáng, vì không nóng như những ngôi sao để thực hiện được những phản ứng nhiệt hạch. Hành tinh chỉ có thể phản chiếu những bức xạ phát ra từ ngôi sao đồng hành. Trên một số hành tinh cũng có thể có sự sống. Do đó, sự phát hiện những hành tinh ở ngoài hệ mặt trời là điều kiện tiên quyết cho sự tìm kiếm sự sống trong không gian. Ngôi sao ở trung tâm hệ sao

sáng hơn những hành tinh đồng hành hàng tỷ lần. Sự tương phản giữa ánh sáng của ngôi sao và của hành tinh cao đến mức mà các nhà thiên văn khó phát hiện được hành tinh. Nếu quan sát trong vùng sóng hồng ngoại trung bình (~ 10 micro met) thì độ tương phản có thể giảm xuống hàng nghìn lần so với vùng khả kiến. Còn có một trở ngại nữa là khả năng phân biệt được hành tinh đồng hành và ngôi sao, vì khoảng cách biểu kiến giữa hành tinh và ngôi sao thường rất nhỏ. Chẳng hạn, nếu hệ mặt trời được quan sát từ xa, ở khoảng cách 30 năm ánh sáng, thì Trái đất chỉ cách Mặt trời 0,1 giây cung. Trong trường hợp này, muốn có độ phân giải đủ cao để phân biệt giữa Trái đất và Mặt trời, các nhà thiên văn phải sử dụng kính thiên văn rất lớn có đường kính 20 met.

Các nhà thiên văn phải dùng một phương pháp gián tiếp để phát hiện được hành tinh nhằm vượt qua những khó khăn nói trên, bằng cách quan sát những nhiễu loạn của sự chuyển động của ngôi sao, gây ra bởi các hành tinh đồng hành ẩn nấp trong hệ sao. Họ đo sự biến đổi định

kỳ của tốc độ xuyên tâm (tốc độ thẳng góc với nền trời) của ngôi sao, do lực hấp dẫn đổi hướng khi hành tinh quay xung quanh ngôi sao. Khi dùng phương pháp này, các nhà thiên văn thường phát hiện được những hành tinh lớn, vì chúng dễ làm nhiễu sự chuyển động của ngôi sao. Cho đến nay, với kỹ thuật đo tốc độ sao, họ đã phát hiện được hơn 200 hành tinh, đa số lớn hơn cả hành tinh Mộc. Hành tinh khổng lồ này nặng gấp 320 lần Trái đất. Mới đây, họ sử dụng một phổ kế có độ phân giải cao để đo sự thay đổi tốc độ chỉ nhỏ khoảng vài met/giây. Các nhà thiên văn đã tìm thấy một hành tinh chỉ nặng bằng 5 lần Trái đất. Những nhận xét dựa trên khối lượng tương đối thấp của hành tinh cho thấy thiên thể này, thuộc hệ sao Gl 581, có khả năng là một hành tinh có vỏ đá rắn loại Trái đất. Hơn nữa, "Siêu địa cầu" này còn nằm trong "vùng ở được" của hệ sao, nên có thể có sự sống. Muốn phát hiện những hành tinh nhỏ như Trái đất, các nhà thiên văn còn phải sử dụng những phổ kế có khả năng đo được những thay đổi tốc độ với độ chính xác khoảng 0,1 met/giây. Độ chính xác cao như thế khó có thể đạt



được nếu họ dùng kỹ thuật đo tốc độ xuyên tâm.

Một phương pháp khác dùng để phát hiện những hành tinh ở ngoài hệ mặt trời là đo độ giảm ánh sáng, tuy rất thấp, của ngôi sao, mỗi khi hành tinh quay qua trước mặt ngôi sao. Cơ quan Vũ trụ Châu Âu, ESA, đã phóng trong năm 2006 một vệ tinh được thiết kế riêng để phát hiện hành tinh bằng phương pháp đo độ giảm ánh sáng. Các nhà thiên văn hy vọng quan sát được hàng trăm nghìn ngôi sao, nhằm phát hiện những hành tinh có vỏ đá rắn nhỏ như Trái đất.

Một phương pháp để phát hiện trực tiếp hành tinh trong những hệ sao là tìm cách làm tắt ánh sáng chói lọi của ngôi sao, mà chỉ để lộ ra ánh sáng yếu ớt của hành tinh đồng hành. Đây chính là mục

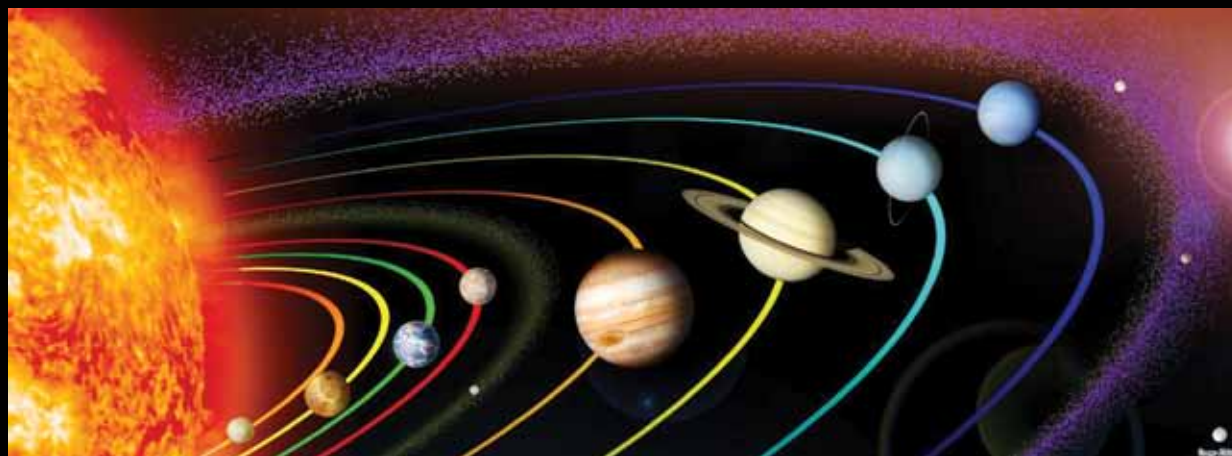
không gian. Vị trí của mỗi kính thiên văn cần phải hết sức ổn định. Darwin cũng sẽ được dùng để phân tích khí quyển của những hành tinh loại Trái đất phát hiện trong tương lai và để tìm kiếm những hoá chất như oxy, ôzôn, cacbon dioxit, metan và nước. Những phân tử này là dấu vết của những hoạt động sinh học trên Trái đất. Darwin sẽ là một đề án đầy hứa hẹn để tìm thấy những hành tinh có những điều kiện vật lý dẫn đến sự nảy sinh ra sự sống ở ngoài Trái đất.

#### TRIỂN VỌNG

Bức xạ vũ trụ thu được trong những kính thiên văn quang học và vô tuyến là những bức xạ rất yếu. Những thiên hà xa xôi chỉ sáng như một ngọn nến thấp trên Mặt trăng và quan sát từ Trái đất. Các bức xạ vô tuyến vũ trụ yếu hơn hàng tỷ

một cao nguyên tại miền bắc nước Chili ở độ cao 5000 met. Những antenne có thể được đặt tại hàng trăm vị trí rải rác trên 18 kilomet. ALMA thuộc thế hệ kính giao thoa khổng lồ hiện đại, được thiết kế để quan sát tỉ mỉ những thiên thể phát ra những bức xạ yếu ớt. Dụng cụ vô tuyến này sẽ được dùng để nghiên cứu cơ chế hình thành của những ngôi sao và hành tinh, cùng những bức xạ của khí và bụi phát ra bởi những thiên hà tạo ra từ thời đại xa xưa, không lâu sau Big Bang.

Phép đo giao thoa cũng được dùng trong miền sóng khả kiến. Hệ "Kính Thiên văn rất Lớn" (VLT), gồm bốn kính 8 met đường kính và một số kính nhỏ hơn, được đặt trong một bãi sa mạc tại miền Bắc nước Chile ở độ cao 2600 met. Hệ kính này có thể hoạt động trên phương



tiêu của đề án Darwin đầy tham vọng của ESA. Đề án này sử dụng kỹ thuật giao thoa để che ánh sáng của ngôi sao. Hệ Darwin gồm có sáu kính thiên văn phóng lên không gian ở độ cao 1,5 triệu kilomet và được sắp xếp theo hình sáu cạnh. Hệ kính quay xung quanh Mặt trời với tốc độ quay của Trái đất. Những kính thiên văn hoạt động tương quan với nhau thành một mạng giao thoa, tạo ra những "vân" sáng và những "vân" tối. Mạng giao thoa được điều chỉnh để ánh sáng đến từ hướng ngôi sao bị lệch pha và giảm đi (một vân tối trùng với vị trí của ngôi sao), còn ánh sáng từ hướng hành tinh có cùng pha nên tăng lên (một vân sáng trùng với vị trí của hành tinh). Kỹ thuật hiện đại tinh vi này, tuy thường dùng trên mặt đất trong thiên văn vô tuyến, nhưng rất khó thực hiện trong

lần tín hiệu thu được trong máy truyền hình. Kỹ thuật giao thoa rất phổ biến hiện nay có mục tiêu kết hợp một mạng kính thiên văn hoạt động tương quan với nhau, nhằm tăng thêm rất nhiều độ phân giải không gian của hệ kính. Bức xạ vô tuyến của phân tử, phát ra từ vùng những ngôi sao đang được hình thành, đều được khuếch đại bởi hiệu ứng maser. Maser vũ trụ là những nguồn bức xạ mạnh vô cùng và tập trung thành những đốm nhỏ li ti. Phép đo giao thoa là kỹ thuật rất thích hợp để nghiên cứu những nguồn bức xạ này. Hệ giao thoa ALMA là một trong những đề án thiên văn vô tuyến quốc tế lớn nhất của thập niên sắp tới. Hệ ALMA là một tập hợp gồm 64 antenne, mỗi antenne có đường kính 12 met, hoạt động trên những bước sóng milimet. Hệ giao thoa được đặt trên

thức giao thoa. Các nhà thiên văn sử dụng hệ kính VLT để phát hiện những chi tiết rất nhỏ và mờ trong những thiên thể, tương ứng với một nhà du hành vũ trụ đi trên Mặt trăng. Nguồn gốc và sự tiến hoá của Vũ trụ và sự tìm kiếm hành tinh loại Trái đất cũng có thể là những mục tiêu nghiên cứu của kính.

Nhờ có những dụng cụ quan sát lớn đặt trên mặt đất và phóng lên không gian và những máy thu tối tân làm bằng chất bán dẫn và siêu dẫn, cùng những phát triển về mặt lý thuyết, mà các nhà thiên văn sẽ quan sát rất sâu trong Vũ trụ, nhằm khám phá được những hiện tượng thiên nhiên bất ngờ và hấp dẫn.