

VŨ TRỤ

DẪN NỔ VÔ TẬN RỒI TAN RÃ HAY CO LẠI ĐỂ TÁI SINH?

GS. NGUYỄN QUAN RIÊU

Đài thiên văn Paris

NHỮNG NGON HẢI ĐĂNG PHÙ DU TRONG VŨ TRỤ

Trong hàng thế kỷ vũ trụ được coi là bất di bất dịch, những ngôi sao dường như gắn vào nền trời, trái đất bất động và vương vấn như cái bàn cờ. Quy tắc vận hành của vũ trụ bắt đầu được phát hiện từ thế kỷ 17, khi Galilei sử dụng chiếc kính thiên văn đầu tiên và Kepler lập ra những định luật động học để khám phá bầu trời vùng lân cận trái đất. Luật hấp dẫn phổ biến của Newton mở đầu cho sự nghiên cứu những hiện tượng trong toàn thể vũ trụ. Sau này, thuyết tương đối của Einstein cũng sự phát hiện ra hiện tượng dãn nở vũ trụ của Hubble cũng là những cái mốc đáng ghi nhớ trong biên niên sử của thiên văn học.

Ngày nay, các nhà thiên văn sử dụng những thiết bị tiên tiến nhất và lập ra những mô hình lý thuyết ngày càng phức tạp để khám phá những vùng xa xôi trong vũ trụ, nhằm tìm hiểu bản chất của vật chất và của những bức xạ. Quá trình tiến hoá và số phận của vũ trụ cũng là một đề tài hấp dẫn.

Ngay sau Big Bang, vũ trụ vô cùng nóng đặc và dãn nở rất nhanh. Trường hấp dẫn của vật chất hoạt động như một cái phanh nên có xu hướng làm vũ trụ dãn nở chậm dần. Có những mô hình vũ trụ học cho rằng trường hấp dẫn của vật chất có khả năng làm vũ trụ co lại đến khi trở nên cực kỳ nhỏ và cực kỳ nóng để rút cục lại bùng nổ tuần hoàn. Trong những năm gần đây, một số nhà thiên

văn muốn nghiên cứu quá trình tiến hoá của vũ trụ bằng những kính thiên văn hiện đại đặt trên mặt đất và phóng lên không gian. Họ quan sát một loại sao siêu mới tức là loại sao đang bùng nổ nên có độ sáng rất cao.

Sao siêu mới được phân thành hai loại chính, loại I và loại II, tùy theo bản chất của ngôi sao trước khi nổ. Loại I xuất phát từ những ngôi sao có khối lượng khiêm tốn tương tự mặt trời. Ngôi sao đốt nhiên liệu nhẹ hydro và heli qua những phản ứng tổng hợp hạt nhân để tạo ra những nguyên tử nặng hơn. "Tro tàn" được chất trong cái lõi sao mà thành phần hóa học là carbon và oxy. Sao siêu mới loại II là tàn dư của những ngôi sao khổng lồ và tiêu thụ được những hạt nhân nặng. Sau khi



đã đạt tới giai đoạn cuối trong quá trình tiến hóa, chúng bùng nổ và để lại những lõi sao chủ yếu là sắt. Ngôi sao sản xuất ra sao siêu mới là sao lùn trắng cực kỳ nhỏ đặc nên có trường hấp dẫn lớn. Nếu là thành viên của một hệ sao đôi thì sao lùn trắng hút vật chất trong khí quyển của ngôi sao đồng hành. Khi khối lượng của sao lùn trắng tăng lên tới 1,4 lần khối lượng mặt trời, gọi là "khối lượng giới hạn Chandrasekhar", thì ngôi sao sập sụp và bùng nổ thành sao siêu mới loại Ia. Loại sao siêu mới này có khối lượng đồng đều ấn định bởi khối lượng giới hạn. Do đó, đặc trưng của chúng là có độ sáng nội tại như nhau, ngôi sao nào ở xa hơn thì mờ hơn. Cho nên các nhà thiên văn có thể căn cứ vào độ sáng biểu kiến của sao siêu mới để đo khoảng cách của các thiên hà. Sao siêu mới sáng chói hàng tỷ lần mặt trời. Loại sao phù du này xuất hiện đột ngột trong những thiên hà xa xôi và quan sát được bằng kính thiên văn lớn trong khoảng một tháng nên được sử dụng như những ngọn hải đăng để thăm dò thật sâu

của vũ trụ. Trung bình 3 - 4 thế kỷ lại có một vụ nổ sao trong mỗi thiên hà.

Quá trình hình thành sao siêu mới loại Ia: ngôi sao lùn trắng (đốm trắng bên trái) là lõi của một ngôi sao tương tự như mặt trời sau khi tiêu thụ hết năng lượng hydro và heli. Nếu có một đồng hành (hình cầu màu đỏ bên phải) thì sao lùn trắng hút vật chất trong khí quyển của đồng hành và chất trong cái đĩa bao quanh sao lùn trắng. Khi khối lượng của sao lùn trắng tăng lên bằng 1,4 khối lượng mặt trời thì ngôi sao sập sụp và bùng nổ thành sao siêu mới loại Ia.

MỘT KHÁM PHÁ BẤT NGỜ

Khi quan sát quá trình tiến hoá của vũ trụ bằng việc đo độ sáng của sao siêu mới trong những thiên hà, các nhà thiên văn đã có định kiến là lực hấp dẫn chi phối trong vũ trụ nên mục tiêu của họ chỉ là đo độ giảm của tốc độ giãn nở. Do đó, họ rất ngạc nhiên khi tìm thấy độ sáng của sao siêu mới trong các thiên hà lại thấp hơn, tức là các thiên hà lại ở xa hơn

dự đoán. Có nghĩa là đáng lẽ vũ trụ phải giãn nở ngày càng chậm dần, nhưng thực tế thì vũ trụ lại giãn nở ngày càng nhanh làm tăng khoảng cách của những thiên hà. Kết quả là trong vũ trụ dường như có một lực đẩy nào đó chống lại lực hút hấp dẫn và chi phối lực hấp dẫn làm tăng tốc độ giãn nở của vũ trụ. Vì vũ trụ giãn nở nên ánh sáng của các thiên hà dịch chuyển về phía đỏ, tức là bước sóng của ánh sáng dài ra. Thiên hà ở càng xa thì độ dịch chuyển về phía đỏ càng cao.

Công trình nghiên cứu quá trình tiến hóa của vũ trụ bằng sao siêu mới không những đòi hỏi những kỹ thuật quan sát rất công phu mà còn phải có sự cộng tác của nhiều nhà thiên văn trên thế giới, sử dụng nhiều kính thiên văn. Một nhóm các nhà thiên văn tại Đại học Berkeley (Mỹ do Perlmutter dẫn đầu) và một nhóm tại Đài Thiên văn Mount Stromlo ở Canberra (Úc do Schmidt dẫn đầu) quan sát sao siêu mới với mục tiêu nghiên cứu sự tiến hóa của vũ trụ. Những vụ bùng nổ sao



siêu mới là những sự kiện không tiên đoán được và xảy ra trong các thiên hà xa xôi nên khó phát hiện. Các nhà thiên văn sử dụng trước tiên những kính không quá lớn (3 - 4 m đường kính), nhưng có tầm nhìn rất rộng để quan sát được hàng nghìn thiên hà mỗi lần. Khoảng một tháng sau, vùng trời này được quan sát lại để phát hiện những ngôi sao vừa mới xuất hiện nhưng không nhìn thấy trong những buổi quan sát trước, tức là những ngôi sao vừa mới bùng sáng. Sau khi “lọc” ra những thiên thể được coi là sao siêu mới, các nhà thiên văn sử dụng kính thiên văn loại lớn như kính Keck có 10 m đường kính để khẳng định kết quả.

MỘT VŨ TRỤ TẮNG HÌNH

Các nhà thiên văn quan sát thấy là bức xạ phóng vũ trụ phản ánh một vũ trụ nguyên thủy lớn nổ những khối vật chất mầm mống của những chòm thiên hà. Họ dùng kỹ thuật thống kê để xử lý số liệu của bức xạ

phóng vũ trụ nhằm bổ sung kết quả của những mô hình lý thuyết. Họ phát hiện vũ trụ chứa tới 3/4 năng lượng gọi là năng lượng tối, vật chất chỉ chiếm 1/4 phần còn lại. Mà trong thành phần vật chất, chỉ có 5% là vật chất quan sát thấy, còn đa phần là vật chất tối không phát hiện được trực tiếp. Neutrino tuy có khối lượng và rất phổ biến, nhưng tỏ ra không đủ nặng để được coi là thành phần đáng kể của vật chất tối. Vũ trụ là một môi trường gần như vô hình.

Những quan sát các sao siêu mới có độ dịch chuyển về phía đỏ cao trong các thiên hà xa xôi cho thấy lực hút hấp dẫn của vật chất làm vũ trụ dần nở chậm dần trong khoảng 7 tỉ năm đầu. Sau đó, năng lượng tối chi phối và đẩy vũ trụ khiến vũ trụ dần nở ngày càng nhanh cho tới ngày nay.

Ngoài năng lượng tối, vật chất tối cũng là một thành phần đáng kể trong vũ trụ. Những đám vật chất tối trong vũ trụ, tuy không nhìn

thấy trực tiếp trong kính thiên văn, nhưng có khả năng làm biến dạng những thiên thể ở hậu cảnh qua hiệu ứng “thấu kính hấp dẫn”, tương tự như tác động của một chiếc thấu kính dị hình. Một nhóm các nhà thiên văn dùng kính thiên văn không gian Hubble để quan sát rất nhiều thiên hà. Họ dựa trên hình ảnh của những thiên hà xa xôi bị biến dạng để tìm ra sự phân bố vật chất tối. Vì có trường hấp dẫn tương đối mạnh nên vật chất tối có xu hướng tập trung thành từng đám. Kết quả quan sát cho thấy những đám vật chất tối bị tách xa nhau bởi một lực đẩy có khả năng là do tác động của năng lượng tối.

Chính năng lượng tối là nguyên nhân của sự gia tăng tốc độ giãn nở của vũ trụ trong khoảng 7 tỉ năm gần đây. Tuy nhiên, bản chất của năng lượng tối chưa được khẳng định rõ ràng. Có lý thuyết cho rằng năng lượng tối là năng lượng chân không. Chân không trong vật lý lượng tử là một môi trường sống động trong đó có những hạt ảo (dao động chân

KHOA HỌC & PHÁT TRIỂN

không) chỉ xuất hiện trong khoảnh khắc rời biến đi. Năng lượng chân không có một lực đẩy không thay đổi trong không-thời gian và tương đương với hằng số vũ trụ. Xưa kia Einstein đưa hằng số này vào phương trình và điều chỉnh tinh tế để đối trọng với lực hút hấp dẫn của vật chất, nhằm giải thích một “vũ trụ tĩnh” (không giãn nở). Hồi đó, khái niệm vũ trụ tĩnh đang được thịnh hành. Einstein quyết định rút hằng số vũ trụ ra khỏi phương trình sau khi Hubble phát hiện là vũ trụ giãn nở. Trong quá trình giãn nở, vật chất loãng dần nên lực hút hấp dẫn bị năng lượng tối chi phối và làm vũ trụ giãn nở ngày càng nhanh. Tuy nhiên, tác động của năng lượng chân không dường như quá lớn so với những kết quả quan sát vũ trụ, nên chưa được công nhận là nguồn của năng lượng tối.

Có thuyết đề xuất năng lượng tối là nguyên tố thứ năm (quintessence) trong thiên nhiên và tồn tại cùng với 4 nguyên tố khác là baryon, photon, neutrino và vật chất tối. Khái niệm nguyên tố thứ năm ám chỉ quan niệm xa xưa của Aristotle cho rằng, ngoài 4 nguyên tố hỏa, khí, thủy và thổ, còn có nguyên tố ether tràn ngập khoảng không vũ trụ. Ngày xưa ether được coi là dùng để truyền ánh sáng trong không gian. Tuy nhiên, nếu là nguyên tố thứ năm thì năng lượng tối phải thay đổi theo thời gian và không gian. Các nhà vũ trụ học đang tìm hiểu bản chất của

năng lượng tối bằng những kết quả quan sát bức xạ phông vũ trụ.

VŨ TRỤ ĐÃ GIãn NỞ VÔ TẬN HAY SẬP SỤP ĐỂ TÁI SINH TỪ TRỌ TÀN?

Những mô hình dựa trên phương trình Einstein cùng những kết quả quan sát mới nhất dùng để mô tả sự tiến hóa của vũ trụ từ thời sơ sinh cho tới ngày nay đều dẫn đến kết luận là vũ trụ đang giãn nở không ngừng. Ngay sau Big Bang, vũ trụ đã từng trải qua một thời đại “lạm phát”, cứ mỗi 10-35 giây đồng hồ, vũ trụ nguyên thủy bùng to ra gấp đôi và thể tích tăng lên tới 1078 lần chỉ trong một khoảnh khắc. Sự giãn nở chớp nhoáng này san phẳng vũ trụ và làm vũ trụ đồng đều. Sau này, năng lượng tối tiếp tục đẩy vũ trụ giãn nở ngày càng nhanh.

Ngoài những mô hình giãn nở liên tục, một mô hình vũ trụ co giãn tuần hoàn mới được đề xuất, trong đó năng lượng tối đóng vai trò chủ chốt. Theo mô hình này, Big Bang không phải là sự kiện khởi đầu khai sinh ra vũ trụ mà chỉ xảy ra mỗi khi vũ trụ co lại tới đa và rất nóng đặc để rồi lại bùng nổ. Năng lượng tối giảm theo thời gian và khi năng lượng tối không còn đủ mạnh thì tốc độ giãn nở giảm dần làm vũ trụ co lại. Quan niệm một vũ trụ co giãn tuần hoàn đã được đề xuất vào đầu thế kỷ trước bởi Lemaitre. Trong mô hình này, vũ trụ trải qua những thời kỳ co lại tới

đa (Big Crunch) để rồi lại bùng lên (Big Bang) nên được gọi là “mô hình phụng hoàng”, ám chỉ truyền thuyết phụng hoàng tái sinh từ tro tàn. Trong những năm gần đây, một mô hình vũ trụ co giãn tuần hoàn dựa trên lý thuyết dây đã được đề xuất. Vũ trụ được hình thành từ sự tương tác giữa hai màng (brane) trong một không gian nhiều chiều. Màng co giãn và va chạm với nhau lặp đi lặp lại nên tạo ra một vũ trụ giãn nở và co lại tuần hoàn.

Một trong những hệ quả của hiện tượng vũ trụ giãn nở vô tận ngày càng nhanh là độ dịch chuyển về phía đỏ của ánh sáng của các thiên hà ngày càng tăng làm bước sóng trở nên quá dài và sẽ không phát hiện được trong phổ kế. Các thiên hà không còn nằm trong tầm quan sát của kính thiên văn và dường như biến mất. Lực năng lượng tối sẽ chi phối các lực khác, kể cả lực hấp dẫn của vật chất tối, làm tan rã các hệ sao và các cụm thiên hà xưa kia tồn tại nhờ có lực hấp dẫn. Vũ trụ dường như bị xé tả tơi và trở nên hoang vu và tối tăm. Trái lại, nếu năng lượng tối yếu đi thì lực hấp dẫn làm vũ trụ co lại và nóng lên rồi lại bùng nổ. Tuy nhiên, cả hai kịch bản bí hiểm này không diễn ra trước hàng chục tỉ năm và hiện nay không phải là mối lo ngại đối với nhân loại.

