

CÁC TRANH LUẬN XUNG QUANH SỰ HÌNH THÀNH CƠ BẢN CỦA VŨ TRỤ

Các nhà vũ trụ học về căn bản có thể được chia làm hai nhóm: những người nghiên cứu những định luật cơ bản, như điều kiện ban đầu hoặc nội dung của vũ trụ sơ khai và những người chuyên về các vấn đề hóc búa hơn như sự tiến hóa của thiên hà đầy khí

Các nhà vũ trụ học về căn bản có thể được chia làm hai nhóm: những người nghiên cứu những định luật cơ bản, như điều kiện ban đầu hoặc nội dung của vũ trụ sơ khai và những người chuyên về các vấn đề hóc búa hơn như sự tiến hóa của thiên hà đầy khí và những ngôi sao nóng lên rồi nguội đi, hình thành các tia, tạo ra lỗ đen và đôi khi nổ tung.

Hình mẫu mô phỏng của máy tính về sự tích lũy của vật chất tạo thành những cấu trúc khổng lồ, khởi đầu sự hình thành thiên hà. Minh họa bằng một phần của vũ trụ có chiều ngang 100 triệu năm ánh sáng. Những điểm màu vàng lần theo dòng chảy và nhóm vật chất lại khi nó di chuyển dần về vùng màu đỏ, vùng dày đặc nhất, và đi xa dần vùng màu đen, vùng loãng nhất. (Ảnh: K. Dolag and the WDS team, ESO)

Martin Rees thuộc Đại học Cambridge, Anh gọi hai nhóm khoa học gia trên là “kỳ thủ” và “đô vật bùn”. Ngành vũ trụ học là “một ngành khoa học căn bản cũng giống như ngành vật lý phân tử vậy. Vài triệu năm đầu tiên của vũ trụ được mô tả trong một vài thông số, nhưng môi trường vũ trụ của các ngân hà và chòm sao hiện nay rất hỗn độn và phức tạp.”

Hiện nay các “kỳ thủ” đã thiết lập nên những thông số cơ bản – như lượng tương đối của vật chất tối vô hình, cả nguồn năng lượng tối bí ẩn hơn và vật chất thường – thì nhiều nhà vũ trụ học đang quay sang trường phái thứ hai. Những công trình gần đây về hình dạng, màu sắc, trọng lượng của các dải ngân hà đã đặt ra trọng tâm mới cho thực chất của sự hình thành vũ trụ.

Theo Dekel, Đại học Do Thái, Jerusalem, thì “hiện nay chúng ta đã có được những thông số vũ trụ, đây thực sự là thời điểm để tìm hiểu thiên hà hình thành như thế nào”. Để làm được điều đó, “chúng ta phải theo dấu các khí,” không phải vật chất tối vì chính các khí mới hình thành các ngôi sao. “Đây mới là lĩnh vực cần nghiên cứu”. Ngành vật lý nghiên cứu sự tương tác giữa các khí, ngành vật lý khí vũ trụ, phức tạp hơn nghiên cứu vật chất tối rất nhiều. Các phân tử khí phản ứng với rất nhiều lực trong khi vật chất tối thì mô phỏng dễ hơn: nó phản ứng chủ yếu với trọng lực. Bản thân Dekel hiện nay đang chuyển sang ngành vật lý khí vũ trụ.

Quá trình nguội đi

Từ khoảng những năm 80 cho đến những năm 90, Dekel dành phần lớn thời gian cố gắng ước

lượng độ cô đặc của vật chất trong vũ trụ bằng cách sơ đồ hóa tốc độ mà các thiên hà và vật chất di chuyển qua những giới hạn vô hình rộng lớn của vật chất tối. Mặc dù không ai biết điều gì cấu thành nên vật chất tối, nó chiếm gần 85% khối lượng của cả vũ trụ. Và đơn giản vì nó có quá nhiều như thế, khối vật chất tối cung cấp chất liệu trọng lực kéo các electron khí thông thường, proton, phân tử và những thứ tương tự lại với nhau để hình thành sao và thiên hà. Vì vậy, hoạt động của vật chất tối được xem là một sơ đồ đáng tin cậy cho con đường hình thành thiên hà.

Mỗi thiên hà nằm trong một quầng vật chất tối lạnh, bao gồm các phân tử bên ngoài di chuyển chậm hơn tốc độ ánh sáng (Vận tốc tương đối chậm này là nguyên nhân khiến vật chất tối này bị gọi là "lạnh"). Quầng vật chất này khởi đầu nhỏ nhưng liên tục kết nối vào nhau để phát triển lớn hơn, biểu thị rằng tất cả các cấu trúc trong vũ trụ tiến hóa theo cùng cách này, từ nhỏ đến lớn. Khối vật chất tối lớn dần này hình thành nên xương sống của một mạng lưới vũ trụ, với những thiên hà hoặc siêu thiên hà phân bố dọc những đường cô đặc nhất, như sơn trên lớp tranh sơn dầu màu tối. Theo Piero Madau thuộc Đại học California, Santa Cruz, ở mức quy mô lớn nhất trong vũ trụ thì vật chất tối cấu thành cấu trúc thiên hà đáng ngạc nhiên – chính là địa điểm và cách thức thiên hà tập trung lại.

Nhưng vào năm 2003, Dekel và các nhà khoa học khác trở nên hứng thú trước một phát hiện về thiên hà mà không thể giải thích được nếu chỉ dựa vào mỗi vật chất tối. Các nhà thiên văn đã biết từ những năm 20 là vũ trụ ngày nay bao gồm hai nhóm thiên hà chính – những đường xoắn ốc trẻ, hình đĩa như dải Ngân hà, và các hình ê-líp hình quả bóng già hơn. Những hình ê-líp có một vệt màu đỏ - dấu hiệu cho thấy chúng đã lâu đời và kết thúc quá trình hình thành sao từ lâu – trong khi các đường xoắn ốc có vệt màu xanh, dấu hiệu của sự hình thành sao gần đây.

Cách đây vài năm, các nhà khoa học phát hiện rằng trong vũ trụ ngày nay, hai nhóm này khác biệt nhau nhiều ở khối lượng. Phân tích từ Nghiên cứu bầu trời kỹ thuật số Sloan, một dự án ghi lại khoảng 1 triệu thiên hà gần đây trên bầu trời phía bắc, tiết lộ rằng những ê-líp "đỏ và chết chóc" gần như lúc nào cũng vượt dải Ngân hà trên thang khối lượng, trong khi các hình xoắn ốc đang hình thành sao thì nằm dưới khối lượng đó. Bằng cách nào đó, sự ra đời của các ngôi sao bị ngăn cản một cách có hệ thống và nghiêm trọng ở những thiên hà lớn nhưng lại được tự do trong các thiên hà nhỏ hơn hình xoắn ốc.

Nóng và lạnh: Mô tả khí bên trong một quầng vật chất tối khi thiên hà chỉ mới 1,6 tỉ năm tuổi (ảnh trái). Khí bị hút vào bên trong bị nung nóng bởi một cú va chạm (vòng tròn ngoài). Chỉ có một số các luồng hẹp có thể xuyên qua lớp nóng bóng này để hình thành một đĩa thiên hà tại trung tâm và hình thành sao. Quầng vật chất càng lớn thì nó càng có khả năng chặn sự hình thành sao vì sự đun nóng trên. Ảnh trở nên khác biệt khi mà khí bên trong một quầng tối đủ lớn để chứa một chùm thiên hà (ảnh phải) (Ảnh: A. Kravtsov, et al)

Câu đố này càng trở nên rắc rối vào năm 2005 khi Sandy Faber thuộc Đại học California, Santa Cruz và cộng sự thông báo rằng họ đã phát hiện ra sự lưỡng phân thiên hà tương tự khi vũ trụ chỉ mới 7 tỉ năm tuổi, bằng phân nửa tuổi thọ hiện nay. Nhóm của Faber sử dụng một quang phổ kế được thiết kế cho Đài quan sát Keck trên đỉnh Mauna Kea, Hawaii, để tính toán khối lượng của các thiên hà xa xôi, một phần của công trình nghiên cứu thành phần thiên hà vào lúc 7 tỉ năm tuổi. Bà đã trình bày kết quả của nghiên cứu này, có tên là Deep-2, tại buổi họp tháng 01 của Cộng đồng thiên văn Mỹ tại Austin, Texas.

Xem thoáng qua thì sự lưỡng phân này có vẻ như tương phản với thuyết vật chất tối lạnh. Ưu thế của các thiên hà khổng lồ “đỏ và chết chóc” trong vũ trụ sơ khai hàm ý các quầng lúc đầu rất khổng lồ nhưng sau đó chia cắt thành những phần nhỏ hơn, một hướng đi ngược lại với hướng nảy sinh của vật chất tối.

Dekel và cộng sự, bao gồm Yuval Birnboim, hiện thuộc trung tâm Vật lý vũ trụ Harvard-Smithsonian ở Cambridge, đưa ra lời giải thích có thể phù hợp với lý thuyết vật chất tối lạnh, nhưng nó đòi hỏi kết hợp vật lý khí vũ trụ với vật chất tối. Khí bị hút vào bên trong một quầng vật chất tối thường sẽ đi vào trung tâm, ở đó nó sẽ nguội đi và dày đặc lên đủ để hình thành sao. Nhưng khi vũ trụ già đi, các quầng vật chất tối kết dính lại và trở nên to lớn hơn, một số trở nên lớn hơn khối lượng Mặt trời đến hàng tỉ lần.

Khi một quầng đạt đến giá trị cần thiết, giai đoạn tách thiên hà bắt đầu. Tính toán và mô phỏng của Birnboim và Dekel cho thấy các khí hút vào trong tập trung lại khí fĩnh khá lạnh vốn nằm ở trung tâm của quầng. Sự va đập này tạo nên một cơn chấn động kéo dài và đun nóng các khí lạnh khiến cho nó tạo ra một áp suất. Áp suất dồn vào các khí bị hút vào và đẩy vật chất này ra ngoài vi của quầng, vị trí mà nó tồn tại như một kẻ lưu vong ở vùng Siberia trong thiên hà, không thể kết lại và tạo thành sao. Chỉ cần vật chất ở trung tâm quầng duy trì áp suất phía ngoài của nó, nguồn khí mới bị chặn lại và thiên hà không thể hình thành sao nữa. Trải qua một khoảng thời gian, thiên hà khổng lồ đang phát triển trong trung tâm quầng, từng là cái nôi cho các ngôi sao, trở thành màu đỏ và chết đi.

Những quầng nhỏ hơn – tạo nên những thiên hà nhỏ hơn – không thể chịu được chấn động kéo dài như thế. Khí tiếp tục đổ tự do vào khu vực trung tâm và cho ra đời những thế hệ sao mới. Mô phỏng từ những nhóm khác, bao gồm nhóm của Dusan Keres – trung tâm Vật lý thiên văn Harvard-Smithsonian, Darren Croton – Đại học California, Berkeley, Richard Bower – Đại học Durham, Anh và Andrea Cattaneo – Đại học Potsdam, Đức, đã cho ra những kết quả tương tự. “Ý tưởng ở đây là những thiên hà trung tâm to lớn bị ngừng lại trước khi vũ trụ 7 tỉ tuổi vì chúng nằm trong những quầng khổng lồ trong khi những thiên hà nhỏ hơn bị ngừng sau, nếu từng xảy ra, khi quầng bố mẹ của chúng đạt đến khối lượng cần thiết.”

Vai trò của lỗ đen

Dekel nhấn mạnh thêm một bí ẩn nữa là làm thế nào khí bên trong trung tâm một quầng khổng lồ

có thể duy trì áp suất hướng ngoại để giữ khí mới ở quanh ngoài trong khoảng thời gian lên đến 10 tỉ năm trong lịch sử vũ trụ. Ông tính toán rằng áp suất có thể kéo dài chỉ khoảng 1/10 khoảng thời gian trên. Một nguồn khác đã giữ cho sự hình thành sao không quay trở lại. Nghiên cứu sâu thêm lĩnh vực vật lý khí vũ trụ, ông và các nhà nghiên cứu khác hướng đến vai trò bất thường là các lỗ đen có thể giữ vai trò ngăn chặn hình thành sao trong các thiên hà khổng lồ. Các nhà nghiên cứu hiện tin rằng mỗi thiên hà khổng lồ chứa một lỗ đen khối lượng lớn nằm ở trung tâm và những hung thần trọng lượng này ảnh hưởng vượt ra ngoài môi trường gần của nó.

Trẻ và già: Thiên hà trẻ dạng xoắn NGC 300 (ảnh trái), nằm cách Trái đất 7 triệu năm ánh sáng, đang đầy tràn những ngôi sao mới sinh. Ngược lại, một thiên hà trưởng thành hình ê-líp NGC 1313 (ảnh phải), cách Trái đất 62 triệu năm ánh sáng, thì trông tĩnh lặng hơn. (Ảnh: NASA JPL/Caltech, Las Campanas; NASA JPL/Caltech, CTIO)

Gói trọn hàng triệu đến hàng tỉ mặt trời trong một hệ thống không lớn hơn Thái Dương hệ của chúng ta, những lỗ đen không chỉ hút vật chất. Năng lượng từ khí và các ngôi sao đi theo đường xoắn ốc vào lỗ cũng tạo ra các luồng vật chất tàn phá ngược trở lại một triệu năm ánh sáng từ trung tâm. Bằng cách này, một lỗ đen có thể đóng vai trò điều hòa hoặc thậm chí dập tắt sự hình thành sao.

Hơn nữa các nhà khoa học nhận thấy rằng, những lỗ đen tại trung tâm thiên hà phát triển tương ứng với khối lượng của sao trong thiên hà đó. Lỗ đen dường như lúc nào cũng bằng 1/500 khối lượng của sao. Quy luật này đồng nghĩa với việc những thiên hà đồ sộ nhất sẽ chứa những lỗ đen nặng nhất – nhiều khả năng chính là thủ phạm tạo ra những luồng vật chất đủ mạnh để ngăn cản sự hình thành sao.

Theo Tim Heckman, Đại học John Hopkins, Baltimore “Điều đáng ngạc nhiên là sự tương quan dường như rất chặt chẽ” giữa khối lượng của lỗ đen trung tâm và một thiên hà xung quanh. “Tôi không nghĩ cách đây hơn 10 năm ta sẽ tìm được một nhà thiên văn trong tổng số 1000 người nghĩ rằng lỗ đen có vai trò căn bản trong sự hình thành thiên hà. Chúng ta vẫn chưa biết liệu lỗ đen có quyết định sự hình thành của một thiên hà hay là còn một cách khác.”

Dekel và Birnboim, cùng với Jerry Ostriker – Đại học Princeton, gần đây đã bắt đầu xem nhẹ ý tưởng rằng lỗ đen không cần thiết phải là nguyên nhân của sự phân chia thiên hà. Theo tính toán của họ, sức nóng sinh ra từ khí hút vào trung tâm của những quầng vật chất tối khổng lồ có thể đã đủ để chặn nguồn khí lạnh hình thành sao.

Giai đoạn sơ khai

Một công trình mới khảo sát mốc thời gian xa nhất từ trước đến nay để tìm hiểu sự khác biệt giữa các loại thiên hà.

Sử dụng các chuẩn tinh xa làm đèn tín hiệu, một nhóm các nhà khoa học do Art Wolfe – Đại học California, San Diego, chỉ huy cho biết cuộc tìm kiếm của họ có lẽ đã quay trở về thời đại mà các thiên hà khổng lồ vẫn đang hình thành sao trước khi những “tên khổng lồ” này bị khai tử. Trong công trình kéo dài 5 năm của mình, Wolfe và cộng sự, bao gồm Jason Prochaska – Đại học California, Santa Cruz, sử dụng quang phổ kế tại Đài quan sát Keck để nghiên cứu sự hình thành sao ở 143 đám mây khí dày đặc, mỗi đám bị một luồng bức xạ từ một chuẩn tinh khác xuyên qua. Các nhà thiên văn nhìn chung đồng ý rằng những đám mây này, được biết dưới tên hệ Lyman-alpha ẩm ướt, có khả năng là vật hình thành trước các thiên hà ngày nay. Chúng tiết lộ những thiên hà trông như thế nào khi vũ trụ chỉ mới 2 tỉ tuổi.

Độ cô đặc khí khác nhau có liên quan đến sự tiến hóa của cấu trúc trong vũ trụ và của sự hình thành thiên hà. Độ cô đặc khí (độ sáng tăng dần) được hiển thị cùng với nhiệt độ (chuyển dần từ xanh sang đỏ). Các vòng tròn màu vàng biểu thị lỗ đen (khối lượng lớn hơn được biểu hiện bằng đường kính to hơn). Ảnh trái mô phỏng vũ trụ khoảng 450 triệu năm sau vụ nổ Big Bang. Vũ trụ sơ khai vẫn cho thấy một cấu trúc khá đồng bộ. Ở độ tuổi 6 tỉ (ảnh phải), vũ trụ có nhiều lỗ đen hơn và có cấu trúc sợi hơn. (Ảnh: T. Di Matteo, et al)

Để đánh giá tốc độ hình thành sao trong các đám mây, nhóm nghiên cứu nhắm đến sự có mặt của các nguyên tử cacbon bị tách ra từ một electron đơn. Các ngôi sao mới hình thành kích thích các ion cacbon này. Lượng cacbon này càng nhiều thì tốc độ hình thành sao càng lớn. Nhóm nghiên cứu sử dụng quang phổ của một ion khác, silicon tách ra từ một electron, để tìm hiểu khối lượng của quầng vật chất tối chứa các đám mây dày đặc.

Trước sự ngạc nhiên của các nhà khoa học, công trình này cho thấy sự ra đời của sao là rõ rệt nhất trong các đám mây nằm bên trong các quầng vật chất tối nặng nhất. Theo nhóm nghiên cứu phát biểu trên tờ *Astrophysical Journal* thì những đám mây trên có lẽ là tổ tiên của phần lớn các thiên hà khổng lồ ngày nay,

Viễn cảnh trên tương phản với thiên hà hiện tại mà theo Wolfe thì “những thiên hà khổng lồ, nếu có, cũng chỉ hình thành sao ở mức độ ít. Nhưng đó chỉ là hình mẫu của Dekel-Birboim dự đoán thôi. Quay ngược thời gian, các thiên hà khổng lồ khối lượng lớn vẫn đang hình thành sao ở tốc độ cao”. Hơn nữa, quan sát các thiên hà xa xôi của nhiều nhà nghiên cứu như Chuck Steidel – Viện Công nghệ California, Pasadena, cũng cho thấy hình thành sao từng diễn ra ở tốc độ cao ở

các thiên hà khổng lồ.

Theo Wolfe "Chúng ta quay lại đủ xa để thấy được giai đoạn hình thành sao của hệ thống khối lượng khổng lồ." Ông cũng lưu ý thêm chỉ về sau thì sự ra đời của sao mới bị chặn lại trong các hệ khối lượng khổng lồ này, một nạn nhân của khí bị nung nóng quá độ và có lẽ có sự can thiệp của "quái vật" lỗ đen.

Trong thời điểm hiện tại, Dekel cho biết ông vẫn chưa hoàn toàn từ bỏ niềm say mê tìm hiểu các đặc tính cơ bản của vũ trụ. Sự tiến hóa của các thiên hà là một bức tranh nền hỗn độn nhưng thú vị để kiểm nghiệm những ý tưởng của ông. "Tôi nhìn nhận bản thân mình như một 'kỳ thủ' lao đầu vào đồng bùn. Điều thú vị nằm ở đấy."