

**SỰ TIẾN HOÁ CỦA HỐ ĐEN VÀ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VŨ TRỤ
VÔ CÙNG, VÔ TẬN**

Vu Huy Toan

Công ty cổ phần CONINCO-MI

4 Tôn Thất Tùng, Hà Nội. Email: vuhuytoan@conincomi.vn

Hố đen được cho rằng hình thành từ sự suy sụp hấp dẫn ở giai đoạn cuối của những ngôi sao có khối lượng lớn hơn 4÷5 lần khối lượng Mặt trời [1, 2]. Việc bồi tụ vật chất của thiên hà vào các hố đen sau đó sẽ được diễn ra vô thời hạn để hình thành hố đen siêu khối lượng và dẫn đến kịch bản “cái chết nhiệt” của vũ trụ. Tuy nhiên, theo CDM, vũ trụ là vô cùng, vô tận nên điều đó không thể xảy ra. Nhưng như vậy, điều gì ngăn cản quá trình bồi tụ của hố đen và hồi kết cho nó là gì? Câu trả lời nằm ở động lực học hố đen, đằng sau “chân trời sự kiện” – là một trong những câu hỏi thực sự chưa có lời giải của vật lý hiện đại.

Ta sẽ bắt đầu từ điều kiện hình thành hố đen. Có 2 xuất phát điểm:

- Thứ nhất, cần có lượng vật chất M_k tích tụ đủ trong bán kính nhỏ hơn bán kính Schwarzschild R_k :

$$R_k = \frac{2GM_k}{c^2} \quad (1)$$

ở đây, $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ – là hằng số hấp dẫn; $c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ – là tốc độ ánh sáng trong chân không.

- Thứ hai, vì neutron là dạng hạt sơ cấp nhỏ nhất, đầu tiên mà các nguyên tử vật chất có thể bị nén lại dưới áp suất cao, nên mật độ vật chất trong hố đen ban đầu sẽ bị giới hạn bởi mật độ của chính neutron đó $\rho_n \approx 1,8 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$ – ta sẽ có một “siêu neutron” kích thước khổng lồ bằng R_k . Cụ thể là:

$$\frac{M_k}{V_k} = \frac{3M_k}{4\pi R_k^3} = \rho_n \quad (2)$$

Thay R_k từ (1) vào (2) rồi giản ước đi ta được:

$$\rho_n = \frac{3c^6}{32\pi G^3 M_k^2}$$

Từ đây, ta rút ra được khối lượng vật chất tới hạn M_k để hình thành hố đen:

$$M_k = \sqrt{\frac{3c^6}{32\pi G^3 \rho_n}} \quad (3)$$

Thay số vào (3), ta được: $M_k \approx 2 \times 10^{31}$ kg, tức là bằng cỡ ~ 10 lần khối lượng Mặt Trời, lớn hơn 2 lần giá trị tính theo [2], vì trong trường hợp này, chúng ta chưa tính tới mômen động lượng của hố đen. Tuy nhiên, việc này chưa quan trọng mà sẽ bổ sung sau khi cần thiết.

Ta còn biết, khi rơi vào hố đen, bản thân ánh sáng có cấu trúc là dipole quay (DQ) sẽ bị phân rã thành e^- và e^+ vì ngoại năng đã bằng, thậm chí là lớn hơn nội năng của nó [3]. Từ đây suy ra các DR (một dạng graviton cấu thành nên mọi loại hạt sơ cấp proton, neutron... để hình thành nên nguyên tử, phân tử) mà rơi vào đây cũng chịu chung số phận – phân rã thành e^- , e^+ . Hơn thế nữa, các hạt e^- , e^+ này có tốc độ rất lớn: nếu do DQ vỡ ra, có thể từ vài chục tới vài chục nghìn km/s; nếu do DR vỡ ra, có thể đạt tới tốc độ ánh sáng bằng ~ 300 nghìn km/s [3, 4]. Như vậy, lớp bề mặt của hố đen là khối plasma e^- , e^+ nóng khủng khiếp. Lưu ý rằng các DR vốn cấu tạo từ hai hố đen điện e^- , e^+ nên trong mọi tương tác điện, chúng không thể bị phân rã và chỉ có duy nhất tương tác hấp dẫn của của hố đen mà ta đang đề cập đến ở đây là có thể làm được việc đó. Vì càng đi sâu vào trong lõi, tuy thế hấp dẫn càng lớn, nhưng áp suất lại cũng tăng theo tỷ lệ thuận với độ sâu nên kìm hãm khả năng phân rã của DR. Vì vậy, những DR trong bán kính R_k không thể bị phân rã và hình thành nên lõi của hố đen.

Trong số những e^- , e^+ được giải phóng từ DR bay vào hố đen sẽ có một số lại bay ra ngoài, rời xa hố đen vì chúng không còn tương tác hấp dẫn với hố đen nữa. Nhưng vì vẫn có tương tác điện với nhau nên trong số những e^- , e^+ đã thoát ra này có thể bị kết cặp trở lại thành graviton (photon và DR) hình thành nên các bức xạ mà người ta vẫn có thể ghi nhận được. Đó chính là bức xạ Hawking.

Trong quá trình bồi tụ vật chất, hố đen sẽ lớn dần lên và nhiệt độ cực cao của lớp vỏ plasma sẽ truyền dần vào bên trong bán kính R_k khiến một số DR bị đẩy bật ra lớp vỏ và bị phân rã tại đây. Trong khi đó, những e^- , e^+ đâm xuyên vào trong lõi bị mất năng lượng và chịu áp suất cao nên lại kết hợp với nhau tạo thành DR. Hai quá trình này tạo ra sự ổn định tương đối cho lượng DR trong bán kính R_k . Tuy e^- , e^+ không có tương tác hấp dẫn ở cự ly gần, nhưng với khoảng cách lớn xa hố đen, lớn hơn bán kính tác dụng điện của chúng, tương tác điện tàn dư của chúng

với nhau vẫn hình thành nên tương tác hấp dẫn như đã biết. Vì vậy, khối lượng hấp dẫn của hố đen vẫn sẽ tăng dần lên trong quá trình bồi tụ, bất chấp quá trình phân rã liên tục diễn ra bên trong nó. Trong quá trình này, mô men động lượng của hố đen nhận được từ vật chất bồi tụ cũng tăng lên khiến nó quay nhanh hơn. Lượng vật chất bồi tụ vào trong hố đen có thể bằng khối lượng của cả một thiên hà khiến nó trở thành siêu hố đen – đây là quá trình tàn lụi của một thiên hà.

Do nhiệt độ trong lõi hố đen vẫn tiếp tục tăng lên đều đặn cho tới khi nhiệt độ tại tâm thẳng được áp suất do hấp dẫn thì thế hấp dẫn trong lõi sẽ làm nốt nhiệm vụ của mình là phân rã DR thành e^- , e^+ khiến nhiệt độ lại có cơ hội tăng cao hơn nữa. Kết quả là bùng phát phản ứng phân rã DR đây chuyển từ bên trong lõi hố đen cho đến khi trong lõi hố đen không còn DR nữa mà tất cả chỉ là e^- , e^+ . Lúc này, hố đen trở nên nóng tới mức phình to lên vượt qua bán kính R_k và một lượng lớn e^- , e^+ không có tương tác hấp dẫn bị bắn tung ra ngoài – việc bồi tụ chấm dứt và bắt đầu quá trình phân rã của một hố đen siêu khối lượng.

Các e^- , e^+ bắn ra sau đó dần kết hợp lại với nhau thành graviton (DR hoặc DQ). Đến lượt mình, các graviton và e^- , e^+ lại kết hợp với nhau tạo thành các hạt sơ cấp như proton, neutron rồi đến nguyên tử, phân tử cho tới các khối khí hydrogen ngày càng nở rộng ra để cuối cùng hình thành nên các ngôi sao... – Đó chính là quá trình siêu hố đen trở lại thành một thiên hà. Vì thế, các thiên hà trẻ mới hình thành thường có dạng cầu (xem Hình 1) hay ellipsoid (xem Hình 2); chúng có rất ít khí và không chứa bụi – là sản phẩm của các quá trình tổng hợp hạt nhân trong lõi các sao ở giai đoạn cuối.



Hình 1. Thiên hà cầu



Hình 2. Thiên hà ellipsoid

Cũng chính vì mới hình thành từ phân rã của hố đen siêu khối lượng nên bức xạ phát ra từ nó chủ yếu có năng lượng rất thấp – đó chính là bức xạ vô tuyến và vì vậy, chúng còn được gọi là các thiên hà vô tuyến. Trong quá trình phát triển, một mặt thiên hà mở rộng ra về kích thước, mặt khác dần trở thành đĩa dẹt theo mặt phẳng quay của chúng (xem Hình 3). Lúc này, bên cạnh bức xạ vô tuyến và ánh sáng nhìn thấy còn có cả tia X ở mức năng lượng cao hơn – là kết quả của quá trình phân rã sâu vào bên trong lõi của hố đen siêu khối lượng. Các thiên hà già hơn có các dạng các tay xoắn ốc như trên Hình 4. Các thiên hà loại này đã chứa rất nhiều khí và bụi sinh ra từ các vụ nổ sao mới hoặc siêu mới.



Hình 3. Thiên hà dẹt



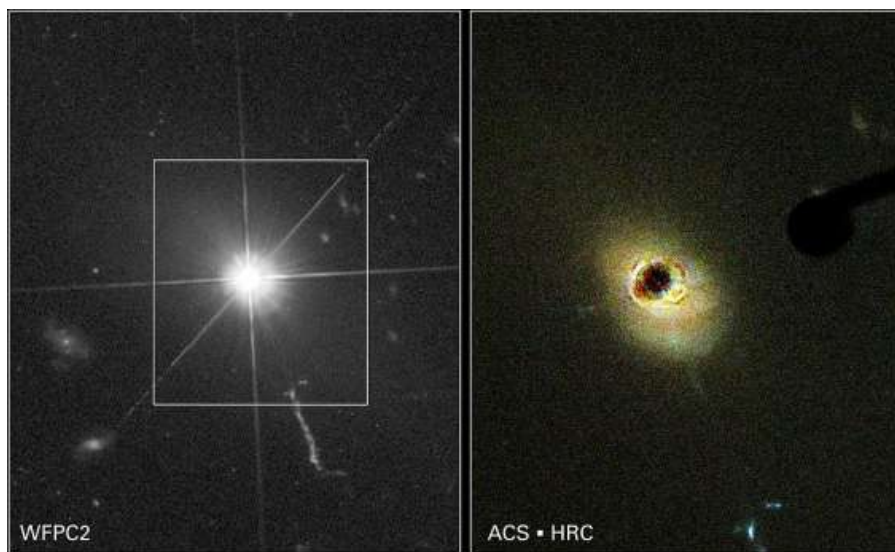
Hình 4. Thiên hà xoắn ốc

Do lượng vật chất của hố đen siêu khối lượng văng ra ngoài ngày một lớn làm cho khối lượng cũng như nhiệt độ của nó giảm dần. Việc giảm nhiệt độ trong lõi của hố đen khiến quá trình hình thành DR từ e^- , e^+ lại bắt đầu, làm tăng lực hấp dẫn. Điều này dẫn đến áp suất trong lõi ngày càng tăng cao và quá trình tổng hợp DR mang tính dây chuyền ngày một mạnh hơn cho tới lúc toàn bộ e^- , e^+ tổng hợp hết thành DR. Hố đen lúc này đã thu nhỏ lại dưới bán kính R_k để một quá trình bồi tụ vật chất mới lặp lại trở thành hố đen siêu khối lượng mới, nhưng vẫn đóng vai trò trung tâm trong việc hình thành và tiến hoá của thiên hà mới... Cứ như thế lặp đi lặp lại – vũ trụ không bao giờ được sinh ra, cũng không bao giờ bị mất đi.

Vì không có ranh giới đóng kín giữa thiên hà này với thiên hà khác nên sự tiến hoá của một thiên hà luôn có sự tham gia của các thiên hà hàng xóm; chúng trao đổi lượng vật chất mà chúng có với nhau dẫn đến việc một số thiên hà này đang hình thành từ hố đen siêu khối lượng thì một số thiên hà khác lại đang lụi tàn

trở thành hố đen siêu khối lượng. Kết quả là trên quy mô toàn vũ trụ vô cùng vô tận, ở chỗ này hay chỗ khác luôn lặp đi lặp lại hai quá trình cơ bản nối tiếp nhau bất tận: Hình thành hố đen siêu khối lượng, hay lụi tàn một thiên hà, và phân rã hố đen siêu khối lượng, hay hình thành một thiên hà mới.

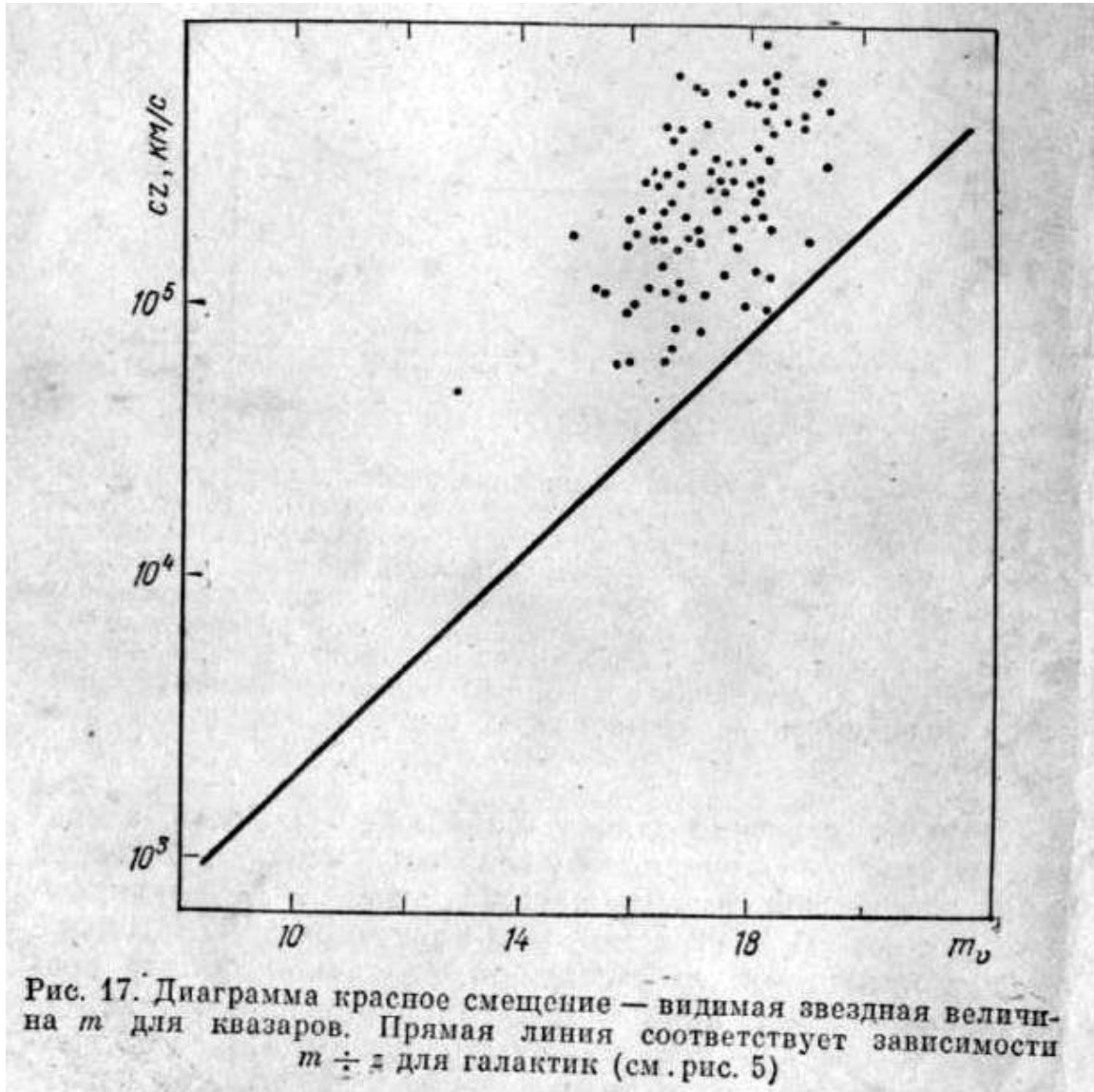
Tuy nhiên, có thể đặt ra một câu hỏi là nếu quả thật mọi việc xảy ra đúng như vậy thì tại sao trong thiên văn học, cho đến nay vẫn chưa quan sát được sự phân rã của các siêu hố đen mà chỉ thấy các thiên hà đang sinh ra (được cho rằng từ thuở Big Bang) hoặc đang lụi tàn? Vấn đề đơn giản chỉ là ở chỗ, bản thân hố đen được cho là khi các dạng vật chất xung quanh bị hút vào nó thì không thể thoát ra được, kể cả ánh sáng, nên khái niệm “hố đen phân rã” là không thể chấp nhận được, còn “hố đen bay hơi” theo kiểu phát ra bức xạ Hawking là chuyện khác hẳn. Mặc dù vậy từ lâu, trong thiên văn học, người ta đã phát hiện ra một loại thiên thể có kích thước tương đương với kích thước nhân của thiên hà, nhưng có độ sáng lớn gấp hàng ngàn tỷ lần Mặt Trời và gấp hàng chục lần một thiên hà, nên gọi chúng là quasar (quasi-stellar – là đối tượng giống như sao), trong đó tuyệt đại đa số là bức xạ vô tuyến. Về sau này, người ta còn biết được thêm rằng bên trong nó là một hố đen có khối lượng bằng cả một thiên hà (xem Hình 5).



Hình 5. Quasar 3C-273

Điều khác biệt còn là ở chỗ, nếu xét trên sự phụ thuộc cấp sao biểu kiến nhìn thấy (apparent visual magnitude) m vào độ dịch chuyển đỏ (redshift) z , các quasar phân bố rất lộn xộn và nằm quá xa bên trên đường thẳng mà các thiên hà được cho

là tuân theo định luật Hubble tạo nên (xem Hình 6 [5]), tức là với độ dịch chuyển đỏ lớn bất thường so với các thiên hà khác ở cùng khoảng cách (nếu có)? Liệu đây có phải là kết quả của sự “dãn nở trì hoãn” của vũ trụ theo cách giải thích của một số nhà vật lý của thế kỷ trước mà hoàn toàn không lý giải được lý do của sự “trì hoãn” này?



Hình 6. Sự phân bố cấp sao biểu kiến nhìn thấy (m) của quasar không tuân theo quy luật của các thiên hà theo mô hình vũ trụ dãn nở.

Vấn đề là độ dịch chuyển đỏ không liên quan gì tới tốc độ chạy ra xa của các thiên thể mà chỉ đơn thuần là do sự thất thoát năng lượng của photon theo

khoảng cách lan truyền trong trường hấp dẫn vũ trụ [6], cũng như quá trình già hoá theo thời gian của các thiên thể (ở đây là hố đen siêu khối lượng) khiến chúng nguội dần giống như bất kể một vật đen tuyệt đối nào đã được biết ở [7] – phổ của chúng dịch chuyển về phía đỏ. Tức là một thiên thể với độ dịch chuyển đỏ lớn hơn có thể ở xa hơn, nhưng cũng có thể đơn giản chỉ là già hơn thôi mà không hề là sự giãn nở tăng tốc nào cả?

Xét từ góc độ các đặc tính của quasar có thể quan sát được, ta có thể tiên đoán rằng nó chính là hố đen siêu khối lượng đang phân rã mà ta vừa trình bày ở trên. Đây chính là bằng chứng thực nghiệm cho mô hình động lực học vũ trụ tuần hoàn, vô cùng, vô tận của “Con đường mới của vật lý học”.

Tài liệu tham khảo

1. Don Nardo. *Black Hole*. The lucent library of science and technology.
2. Nguyễn Việt Long. *Thiên văn vũ trụ*. 2004. NXB Hải Phòng.
3. Vũ Huy Toàn. *Sự hình thành graviton*. 2014.
<https://vuhuytoan.wordpress.com/2014/05/11/su-hinh-thanh-graviton-the-formation-of-a-graviton/>
4. Vũ Huy Toàn. *Tần số của photon*. 2014.
https://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/09/25_tan-so-cua-photon15.pdf
5. Новиков И.Д. *Эволюция вселенной*. Москва. “Науки”. 1990.
6. Vũ Huy Toàn. *Một cách tiếp cận khác tới hiện tượng dịch chuyển đỏ của ánh sáng từ các thiên hà*. 2014.
<http://vuhuytoan.wordpress.com/2014/06/21/mot-cach-nhin-khac-ve-hien-tuong-dich-chuyen-do-cua-anh-sang-tu-cac-thien-ha/>
7. Б. М. Яворский А. А. Детлаф. *Справочник по физике*. Физматлит. “Наука”, Москва, 1996.