

KHỦNG HOẢNG VỀ HẰNG SỐ VŨ TRỤ HUBBLE

GS Cao Chi

Một bài toán đã xuất hiện đối với hằng số Hubble. Hiện có hai tập kết quả đo đạc độc lập về sự giãn nở của vũ trụ, cho chúng ta hai câu trả lời khác nhau. Trong thời gian gần đây lại xuất hiện thêm kết quả đo mới dường như là cầu nối hai kết quả trên.

Sự khác nhau giữa các kết quả đo đang dẫn đến tình trạng khủng hoảng đối với hằng số Hubble. Vậy đâu là trị số chính xác? Phải chăng có những bất cập trong thực nghiệm? Vũ trụ sẽ tiến triển theo kịch bản nào? Hay cơn khủng hoảng này sẽ phải dẫn đến một vật lý mới của vũ trụ học mà các nhà thiên văn cần phải tìm kiếm trong tương lai?

Hằng số Hubble

Định luật của Hubble được coi là cơ sở quan sát đầu tiên cho sự mở rộng của vũ trụ và ngày nay đóng vai trò là một trong những bằng chứng thường được trích dẫn nhiều nhất để hỗ trợ cho mô hình Big Bang. Mặc dù quan sát này đa số được quy cho Edwin Hubble, song khái niệm vũ trụ giãn nở với tốc độ có thể tính toán được lại ra đời lần đầu tiên vào năm 1922, từ các phương trình tương

đối tổng quát của Alexander Friedmann (hiện được gọi là Phương trình Friedmann). Sau đó, Georges Lemaître, trong một bài báo năm 1927, đã chỉ ra rằng vũ trụ có thể đang giãn nở bằng việc quan sát tỷ lệ giữa vận tốc hồi quy và khoảng cách với các vật thể ở xa, từ đó đề xuất một giá trị ước tính của hằng số tỷ lệ. Sau này được sửa bởi Hubble và được gọi là hằng số Hubble.

Hằng số Hubble = tốc độ (km/sec/Mpc) giãn nở

KH&CN nước ngoài

của vũ trụ = khoảng cách di chuyển trong một giây của các mặt hình lập phương có cạnh là 3,26 triệu năm ánh sáng (Mpc - megaparsecs).

Các kịch bản tiến triển của vũ trụ

Hơn 13,7 tỷ năm trước đã xảy ra vụ nổ lớn (Big Bang) từ một plasma siêu mật độ. Sau đó là quá trình giãn nở rồi nguội dần: nguyên tử, khí, sao... bắt đầu hình thành. Từ mô hình Big Bang, các nhà khoa học đã đưa ra nhiều kịch bản cho tương lai của vũ trụ:

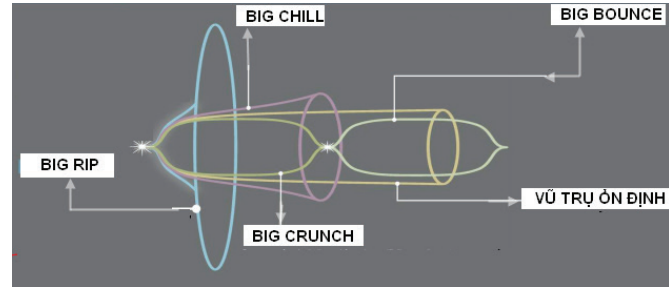
- Big Chill (Đông lạnh lớn): vũ trụ luôn giãn nở và ngày càng lạnh giá.
- Big Crunch (Co lại lớn): quá trình giãn nở được thay thế bởi quá trình co lại. Mọi vật biến thành một điểm kỳ dị.
- Big Bounce (Nảy bật lớn): vũ trụ theo chu kỳ sẽ co lại rồi giãn nở trên đồng trục của mình.
- Vũ trụ ổn định: sự giãn nở vũ trụ sẽ chấm dứt.
- Big Rip (Xé rách lớn): vũ trụ ngày càng giãn nở và sẽ bị xé rách.

Khủng hoảng của hằng số vũ trụ Hubble

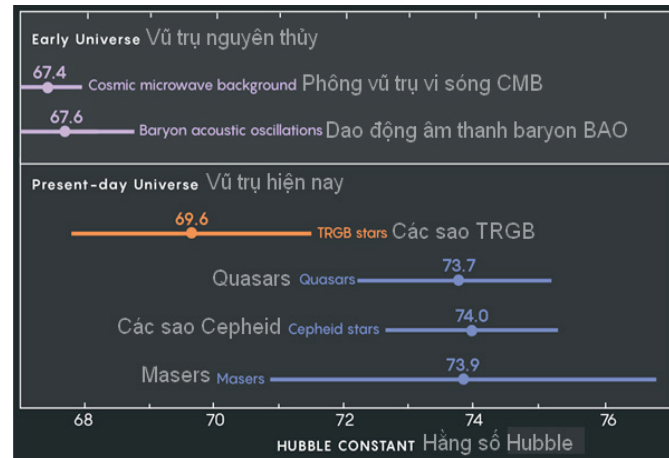
Để đo hằng số Hubble, các nhà thiên văn sử dụng những sao gọi là “những ngọn nến chuẩn” - là những sao mà họ biết rõ khoảng cách và độ sáng nội tại (intrinsic brightness). Các sao chuẩn mờ dần khi đi xa (ví dụ: một bóng đèn 60 W sẽ xuất hiện mờ dần khi bạn di chuyển ra xa nó, nhưng nếu bạn biết đó là bóng đèn 60 W, bạn có thể suy ra sự tách biệt của nó với bạn), điều này giúp chúng ta xác định được hằng số Hubble.

Kết quả đo trước đây (trên cơ sở các dữ liệu vũ trụ nguyên thủy) cho số 67,4 km/giây/megaparsec, điều đó có nghĩa là các thiên thể thiên văn lùi xa dần khỏi chúng ta với vận tốc 67,4 km trên mỗi khoảng cách năm ánh sáng.

Năm 1998 (trên cơ sở dữ liệu vũ trụ hiện đại) Adam Riess (Giải Nobel vật lý 2011) thu được một kết quả đo hằng số Hubble là 74 km/giây/megaparsec (lớn hơn 9% so với 67,4) - hình 1. Trong phương pháp đo



Hình 1. Các kịch bản của vũ trụ.



Hình 2. Bài toán hằng số Hubble.

của mình, Riess đã sử dụng các sao Cepheids¹ và những siêu tân tinh Ia (Type 1a supernovae)² như những sao chuẩn. Trị số 74 của hằng số Hubble do Adam Riess đo được khá trùng với những kết quả dựa trên cơ sở dữ liệu mới (sử dụng quasars (73,3 và 74,2) và masers³ (73,9) - hình 2.

Như vậy, khi các nhà vũ trụ học tính trị số của hằng số Hubble trên cơ sở các dữ liệu của vũ trụ nguyên thủy họ đã tìm ra một trị số nhỏ hơn so với các kết quả thu được trên cơ sở các dữ liệu của vũ trụ hiện tại.

¹Cepheids là những pun-xa (sao neutron) khổng lồ có độ sáng thay đổi theo chu kỳ; giữa chu kỳ và độ sáng có một hệ thức đặc trưng: chu kỳ càng dài thì độ sáng càng lớn; như vậy chu kỳ quan sát được là chỉ số đo khoảng cách của sao, vì vậy các Cepheids đóng vai trò quan trọng trong việc xác định các khoảng cách (Cepheids được Leawitt phát hiện năm 1912).

²Siêu tân tinh (supernovae) là những sao đột nhiên bùng nổ trở nên rực sáng mãnh liệt, có hai loại siêu tân tinh (I và II), loại I có độ sáng nhất và thuộc hệ sao đôi; chữ nova có nghĩa là mới.

³Masers là hiệu ứng tương tự laser trong các thiên hà dùng để xác định khoảng cách.



Hình 3. Sao Antares ở trung tâm hình trên là một sao đỏ siêu khổng lồ ở cuối đời.

Tuy nhiên gần đây, tác giả Freedman (Đại học Chicago, Mỹ) cho rằng, các Cepheids không phải là những sao chuẩn tốt vì các sao này biến đổi theo tuổi, hơn nữa chúng lại ở trong những vùng đầy bụi thiên văn làm mờ bức tranh tổng thể, dẫn đến làm xa khoảng cách các sao. Bên cạnh đó, tính chất cụm nhau lại của các sao này lại làm cho chúng dường như ở một khoảng cách gần hơn. Vì thế Freedman đã sử dụng các sao TRGB (Tip of Red Giant Branch - các sao đầu trên Nhánh sao khổng lồ đỏ).

TRGB là những sao khổng lồ đỏ có độ sáng maximum giống như nhau làm cho TRGB thỏa mãn các điều kiện sao chuẩn. Chúng lại nằm trong những vùng không có bụi thiên văn, không chứa nhiều cụm sao (như trong Magellanic Cloud và thiên hà IC 1613). Những điều kiện trên cho phép Freedman đo được hằng số Hubble là $69,8 \pm 0,8$, với độ chính xác 10%. Hiện nay nhiều nhà thiên văn cho rằng các kết quả của Freedman là đáng tin cậy. Và nếu hằng số Hubble $> 71 \rightarrow 72$ thì vũ trụ sẽ tiến triển trong vòng 20 tỷ năm theo một kịch bản khốc liệt là kịch bản Big Rip.

Kết luận

Sự dị biệt của các trị số Hubble đang gây nên một tình trạng “căng thẳng Hubble” trong thiên văn học. Người ta không hiểu được những bất cập nào trong thực nghiệm đã dẫn đến dị biệt đó. Trong năm 2019, các nhà thiên văn đưa ra thêm nhiều sự dị biệt khác, làm rối thêm tình trạng này. Đến tháng 11/2019 tình trạng căng thẳng lớn tới mức nhà vật lý Joseph Silk phải phát biểu rằng: đây quả thật là một cuộc “khủng hoảng của vũ trụ học”.

Hiện nay, các nhà vật lý vẫn đang đau đầu với những câu hỏi: đâu là trị số chính xác? Có chăng những bất cập trong thực nghiệm? Vũ trụ sẽ tiến triển theo kịch bản nào? Liệu cơn khủng hoảng này có dẫn đến một vật lý mới của vũ trụ học mà các nhà thiên văn cần phải tìm kiếm trong tương lai?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Natalie Wolchover (2020), *New Wrinkle Added to Cosmology's Hubble Crisis*, <https://www.quantamagazine.org/new-wrinkle-added-to-cosmologys-hubble-crisis-20200226/>.
2. Natalie Wolchover (2019), *Cosmologists Debate How Fast the Universe is Expanding*, <https://www.quantamagazine.org/cosmologists-debate-how-fast-the-universe-is-expanding-20190808/>.
3. Richard Panek (2020), “A cosmic crisis”, *Scientific American*, **322(3)**, pp.30-37.
4. https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%8Bnh_lu%E1%BA%ADt_Hubble.