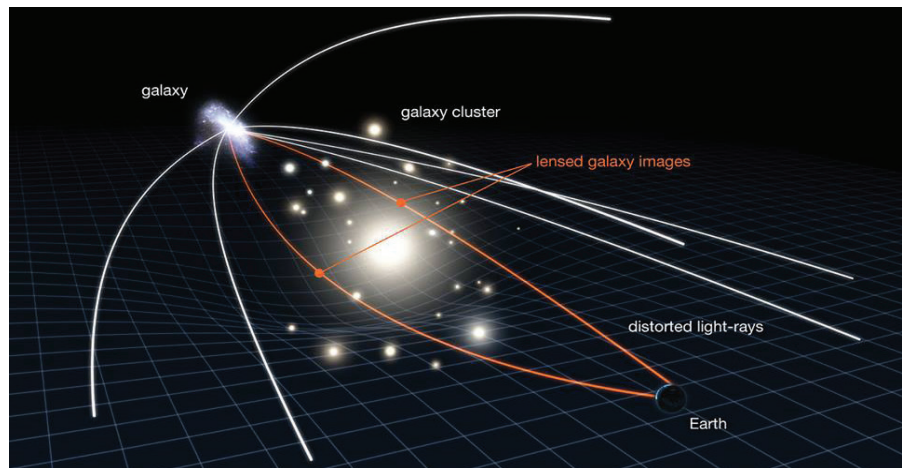


Thuyết tương đối rộng được kiểm chứng ở thang đo liên thiên hà với độ chính xác chưa từng có

Cách đây 3 năm, nhà vật lý thiên văn Tom Collett (Đại học Portsmouth, Vương quốc Anh) đã bắt đầu tiến hành những nghiên cứu nhằm kiểm chứng thuyết tương đối rộng - được xem là trụ cột của khoa học đương đại. Đây là lý thuyết đã giúp các nhà khoa học hiểu được cách mà vũ trụ vận hành ở những thang khoảng cách lớn. Mặc dù ngày nay các nhà thiên văn đã phát hiện hàng trăm thấu kính hấp dẫn* thiên hà trong vũ trụ, nhưng chỉ một vài trong số đó đủ gần để cho phép các kính thiên văn tối tân quan sát được các ngôi sao riêng lẻ trong những thiên hà đó. Nằm cách xa Trái đất 450 triệu năm ánh sáng, thấu kính hấp dẫn thiên hà mà Collett chọn làm đối tượng nghiên cứu là một ứng cử viên lý tưởng. Kết quả nghiên cứu của ông đã được công bố trên tạp chí danh tiếng Science (tập 360, số 6395, trang 1342-1346 ngày 22/6/2018). Kết quả này cũng gián tiếp củng cố cho hiệu lực của lý thuyết khi đối mặt với vấn đề vật chất tối và năng lượng tối.

Được công bố vào năm 1915, thuyết tương đối rộng đã chỉ ra cách mà hấp dẫn chi phối hình học của không - thời gian. Lý thuyết này đã tạo ra cuộc cách mạng trong hiểu biết của chúng ta về không gian và thời gian cũng như các hiện tượng vượt xa những quan sát trực giác thường ngày. Theo đó, những thiên thể có khối lượng lớn như Trái đất, Mặt trời, các hành tinh, sao, thiên hà... sẽ uốn cong không - thời gian xung quanh, tạo ra những "hố" của không - thời gian làm cho những hành tinh quay xung quanh Mặt trời, các ngôi sao chuyển động xung quanh tâm thiên hà, hay đơn giản là giữ bàn chân của chúng ta bước trên mặt đất. Đặc biệt, lý thuyết này chỉ ra sự tồn tại của những lỗ đen trong vũ trụ do sự suy sụp hấp dẫn của những thiên thể có khối lượng lớn như các sao hoặc sự hợp nhất các đám sao dày đặc tập trung ở trung tâm những thiên hà.

*Thấu kính hấp dẫn là một hiện tượng thiên văn xảy ra khi ánh sáng (và sóng điện từ nói chung) phát ra từ một vật thể bị lệch hướng trên đường đi dưới tác dụng của lực hấp dẫn khi qua gần các thiên thể khác. Trường hấp dẫn mạnh của thiên thể sẽ bẻ cong tia sáng và có tác dụng như một thấu kính.



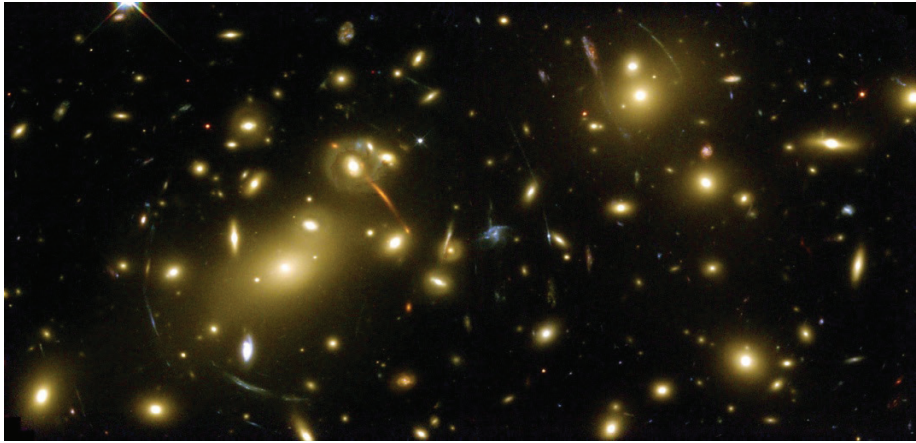
Tia sáng từ thiên hà ở xa trước khi đến Trái đất bị bẻ cong khi đi qua trường hấp dẫn của thiên hà. Trường hấp dẫn mạnh của thiên hà có tác dụng như một thấu kính.

Nguồn: NASA/ESA.

Không chỉ là những tiên đoán lý thuyết ở tầm vĩ mô, các phương trình của thuyết tương đối rộng cũng đã mang lại những ứng dụng thực tế, chẳng hạn như sự giãn nở của thời gian trong trường hấp dẫn của Trái đất đã giúp hiệu chỉnh để hệ thống định vị toàn cầu (GPS) hoạt động chính xác, hay giúp cho các hoạt động giao dịch tài chính chính xác đang diễn ra trên khắp địa cầu... Thuyết tương đối cũng tiên đoán những hiện tượng kỳ lạ như quỹ đạo kỳ quặc của sao Thủy

xung quanh Mặt trời, hay sự tồn tại sóng hấp dẫn được xem như những gợn sóng trong không - thời gian và chỉ được thực nghiệm kiểm chứng sau một thế kỷ từ khi lý thuyết này được công bố. Những kết quả thực nghiệm ghi nhận trực tiếp về sự tồn tại của sóng hấp dẫn vào năm 2015. Đột phá khoa học này cũng được trao giải Nobel năm 2017.

Trải qua rất nhiều cuộc kiểm chứng được tiến hành ngay trên mặt đất hay quan sát những nơi xa xôi



Thấu kính hấp dẫn xảy ra trong đám thiên hà nổi tiếng Abell 2218. Chúng ta có thể quan sát thấy các cung sáng thực ra là hình ảnh biến dạng của thiên hà (có thể là thiên hà elip hoặc thiên hà xoắn ốc) nằm phía sau đám thiên hà Abell 2218.

Nguồn: NASA/ESA.

trong vũ trụ, thuyết tương đối rộng đã trở thành trụ cột khoa học vững chắc không thể lay chuyển. Có rất nhiều những đột phá khoa học mà nhân loại có được từ việc nghiên cứu thuyết tương đối rộng. Từ đó cũng thu hút một lực lượng đông đảo các nhà khoa học nhằm kiểm chứng tính chính xác của lý thuyết này.

Collett - một nghiên cứu viên tại Đại học Portsmouth (Vương quốc Anh) là một trong số đó. "Thuyết tương đối rộng cung cấp những nền tảng cơ bản và đưa ra những giả thuyết quan trọng nhằm làm sáng tỏ những dữ liệu về vũ trụ học. Chúng tôi tin tưởng vào sự chính xác và tính đúng đắn của nó", ông nói.

Với suy nghĩ đó, năm 2015, Collett đã hợp tác với các đồng nghiệp để thực hiện thí nghiệm được xem là chính xác nhất từ trước tới nay để kiểm tra xem liệu lý thuyết nổi tiếng của Einstein có thống trị ở quy mô của toàn bộ thiên hà hay không. Kết quả của họ được công bố ngày 22/6/2018 trên tạp chí danh tiếng *Science*, như một lời khẳng định chắc chắn đối với trụ cột vĩ đại của khoa học.

Mặc dù vậy, thuyết tương đối rộng không phải là một lý thuyết hoàn chỉnh có thể giải thích tất cả những hành xử của vũ trụ. Chẳng hạn như nó không thể đưa ra những lý giải cận kề về các điều kiện bên trong những lỗ đen hoặc vén bức màn bí mật trong những thời khắc rất sớm của Vụ nổ lớn Big Bang. Lý thuyết này cũng có một mối quan hệ phức tạp với nguyên lý cơ bản của thiên văn học và vũ trụ học hiện đại, trong đó chỉ ra rằng, vũ trụ tràn ngập vật chất tối - một loạt vật chất vô hình bí ẩn chỉ tương tác với vật chất thông thường thông qua hấp dẫn.

Các nhà thiên văn đã có được những manh mối đầu tiên về sự tồn tại của vật chất tối từ những năm 30 của thế kỷ trước. Họ quan sát những ngôi sao bị ẩn chuyển động xung quanh các thiên hà với tốc độ rất nhanh, đến mức chúng có thể bị tách vào không gian liên thiên hà; phải có một "bàn tay" hấp dẫn bí ẩn - vật chất tối - giữ chúng ở đúng vị trí. Tương tự, vào năm 1998, các nhà vũ trụ học đã tìm thấy bằng chứng cho thấy vũ trụ đang giãn nở nhanh hơn dự đoán, mà nguyên nhân được cho là do năng lượng tối bí ẩn. Năm 2011, những nghiên cứu về sự giãn nở ngày càng nhanh của vũ trụ kể từ Vụ nổ lớn đã được trao giải Nobel. Những kết quả này đã củng cố cho những đóng góp của thuyết tương đối đối với mô hình vũ trụ học hiện đại về sự giãn nở không ngừng của vũ trụ.

Trong nghiên cứu của mình, Collett và cộng sự đã tập trung nghiên cứu hai thiên hà ở vị trí rất đặc biệt. Chúng nằm thẳng hàng theo đường ngắm từ Trái đất. Trong đó, một thiên hà khối lượng lớn, ở giữa Trái đất và thiên hà phía xa, sẽ làm cong không gian xung quanh để tạo thành một thấu kính hấp dẫn. Theo thuyết tương đối rộng, khối lượng và năng lượng của thiên hà sẽ làm cong không - thời gian xung quanh. Những tia sáng khi đi qua sẽ bị bẻ cong, do đó thiên hà sẽ có tác dụng như một thấu kính hội tụ khuếch đại. Thấu kính này sẽ làm méo mó hình ảnh và phóng đại ánh sáng từ thiên hà ở xa. Các nhà khoa học có thể sử dụng hiệu ứng thấu kính hấp dẫn để tính được khối lượng của thiên thể. Từ đó, các phép đo chính xác sự biến đổi gây ra bởi hiệu ứng thấu kính hấp dẫn sẽ tiết lộ được khối lượng của thiên hà thấu kính hấp dẫn theo thuyết tương đối rộng.

Ở đây, Collett sử dụng phương pháp đo khối lượng độc lập để kiểm chứng các tiên đoán của thuyết tương đối rộng bằng cách quan sát chuyển động của những ngôi sao trong thiên hà thấu kính hấp dẫn. Mặc dù ngày nay các nhà thiên văn đã phát hiện hàng trăm thấu kính hấp dẫn thiên hà trong vũ trụ, nhưng chỉ có một vài trong số đó đủ gần để cho phép các kính thiên văn tối tân quan sát được các ngôi sao riêng lẻ trong những thiên hà đó. Nằm cách xa Trái đất 450 triệu năm ánh sáng, thấu kính hấp dẫn thiên hà mà Collett chọn làm đối tượng nghiên cứu là một ứng cử viên lý tưởng.

Để có được kết quả chính xác nhất, ông và cộng sự đã sử dụng những kính thiên văn tân tiến nhất thế giới là Kính thiên văn không gian Hubble của NASA đang hoạt động trên quỹ đạo tầm thấp xung quanh Trái đất và Kính thiên văn VLT của Đài quan sát châu Âu đặt ở phía Nam của Chile. Kính không gian Hubble được sử dụng để đo khối lượng của thiên hà thấu kính hấp dẫn thông qua hiệu ứng thấu kính hấp dẫn. Trong khi đó, Kính thiên văn VLT sẽ đo khối lượng của nó thông qua tốc độ của các ngôi sao chuyển động xung quanh rìa thiên hà. Sau khi phân tích cẩn thận và so sánh các dữ liệu thu được, họ đã tìm thấy một sự tương đồng đáng kinh ngạc giữa hai phương pháp đo khối lượng độc lập này. Với sai lệch chỉ là 9% thì đây là kết quả kiểm chứng chính xác nhất được thực hiện với những đối tượng ở ngoài hệ mặt trời cho đến thời điểm này. Kết quả này cũng gián tiếp củng cố cho hiệu lực của lý thuyết khi đối mặt với vấn đề vật chất tối và năng lượng tối.

Có một số người không đồng tình với thuyết tương đối rộng và luôn tìm cách chứng minh Albert Einstein đã sai, nhưng những kết quả thực nghiệm trên đã một lần nữa chứng minh thuyết tương đối đã tạo ra một cuộc cách mạng vĩ đại của khoa học và là lý thuyết không thể thay thế.

Nguyễn Đức Phường
(theo Science)