

PHÁT HIỆN MỘT LOẠI HỐ ĐEN KIỂU MỚI

Vũ Huy Toàn

Công ty cổ phần CONINCO-MI

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

1. Đặt vấn đề

Như chúng ta đã biết khi vật chất tập trung với khối lượng hấp dẫn đủ lớn (M_k) trong một khoảng không gian bán kính R_{kh} sao cho động năng thoát cực đại của vật (tương ứng với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng c) sẽ bị cân bằng bởi thế năng của vật tại bán kính đó:

$$\frac{mc^2}{2} = \frac{G_h mM_k}{R_{kh}} \quad (1)$$

sẽ khiến cho nó không thể thoát ra được, kể cả photon. Từ (1) người ta rút ra được:

$$R_{kh} = \frac{2G_h M_k}{c^2} \quad (2)$$

ở đây $G_h = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ – là hằng số hấp dẫn trong định luật vạn vật hấp dẫn của Newton:

$$F_h = G_h \frac{mM}{R^2} \quad (3)$$

R_{kh} xác định theo (2) chính là bán kính được biết đến với tên gọi là “bán kính Schwarzschild” [1]. Tại đây, người ta nói tới khái niệm “chân trời sự kiện” (event horizon) – là ranh giới giới hạn mọi hiểu biết của vật lý hiện đại về vật chất, nơi mà cả thuyết tương đối lẫn cơ học lượng tử đều chấm dứt sự vận hành của mình. Điều đó có nghĩa là bên trong giới hạn này, người ta không còn biết vật chất tồn tại ở trạng thái nào (rắn, lỏng, khí hay plasma...), vận động ra sao... Mọi lý thuyết được đưa ra cho đến nay vẫn chưa có cơ sở thuyết phục. Hơn nữa, nếu quả thật mọi dạng vật chất cuối cùng đều kết thúc tại “chân trời sự kiện” để rồi chính các hố đen lại có thể “bay hơi” thì kịch bản “cái chết nhiệt” của vũ trụ là không thể tránh khỏi? Nói cách khác, hố đen có một mối liên hệ sâu sắc tới động lực học vũ trụ và là một trong các yếu tố quyết định tới quá trình vận động của nó.

Điều đáng nói là mọi lý thuyết vật lý cho đến nay đều dựa trên quan niệm “tồn tại tự thân” của mọi dạng vật chất, không nhìn thấy mối quan hệ gắn bó một cách biện chứng giữa các dạng vật chất với nhau và với các dạng vật chất khác của toàn vũ trụ, mà hệ quả của nó là sự chuyển hóa về mặt năng lượng: Nội năng thành ngoại năng (cơ năng) và ngược lại: ngoại năng thành nội năng. Thông thường, đối

với một dạng vật chất nhất định, nội năng lớn hơn rất nhiều so với ngoại năng của nó như những gì thường xảy ra trong cuộc sống hàng ngày của chúng ta, nên việc không tính đến sự thay đổi của nội năng không dẫn đến sai lệch đáng kể nào là điều có thể hiểu được.

Hãy thử tính mà xem: Một vật nặng 1 kg bay với tốc độ vũ trụ cấp III 16 km/s (là tốc độ lớn nhất mà con người có thể đạt được trong chuyển động do mình tạo ra) thì động năng của nó là $K = 12,8 \times 10^7$ J; còn thế năng hấp dẫn của Trái đất ngay tại bề mặt là $U = 6,4 \times 10^6$ J; tổng cộng lại ngoại năng của vật gồm động năng và thế năng cũng chỉ là $\sim 13,5 \times 10^7$ J, trong khi năng lượng toàn phần của nó tính theo công thức [2, 3]:

$$W = 2mc^2 = 18 \times 10^{16} \text{ J.} \quad (4)$$

Tức là ngoại năng của vật chỉ chiếm chưa đến một phần tỷ năng lượng toàn phần của nó. Chính vì vậy, việc coi nội năng không thay đổi trong cơ học Newton, cũng như trong mọi thí nghiệm liên quan đều có thể chấp nhận với sai số không vượt quá 10^{-9} là điều có thể hiểu được.

Nhưng ở đây ta đang nói tới hố đen với thế năng tại bề mặt bằng động năng của vật với vận tốc thoát bằng c như đã thấy ở biểu thức (2), do đó, tổng ngoại năng của vật tại đây bằng:

$$U + K = mc^2 = \frac{1}{2} W \quad (5)$$

Nói cách khác, tại chân trời sự kiện, ngoại năng của bất kể một vật thể nào, kể cả photon, cũng sẽ bằng chính nội năng của nó và đây là giới hạn tồn tại của mọi vật có cấu trúc như ta đã được biết đến ở [2]. Cũng chính tại đây đã xảy ra quá trình phân rã tự phát của tất cả mọi vật thành các hạt cơ bản là electron và positron. Điều này cho thấy bên trong chân trời sự kiện của hố đen sẽ là món “súp nóng” electron và positron chuyển động với tốc độ kinh hoàng. Đây sẽ là cơ sở để chúng ta có thể bắt tay vào nghiên cứu cấu tạo cùng quá trình hình thành và phát triển của của hố đen cũng như ảnh hưởng của nó tới động lực học vũ trụ.

2. Hố đen điện

Theo [2, 3], chúng ta mới chỉ công nhận electron và positron là 2 hạt cơ bản chỉ có tương tác điện với khối lượng quán tính bằng $m_{e+} = m_{e-} = m_e \approx 9,109548 \times 10^{-31}$ kg, nhưng không có tương tác hấp dẫn. Mặt khác, theo định luật Coulomb ta có tương tác điện F_C giữa các điện tích q_1 và q_2 :

$$F_C = k_c \frac{q_1 q_2}{R^2}, \quad (6)$$

PHÁT HIỆN MỘT LOẠI HỒ ĐEN KIỂU MỚI

ở đây $k_C = 1/4\pi\epsilon_0 \approx 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ – là hằng số điện tĩnh; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ (F/m)}$; R – là khoảng cách giữa 2 điện tích điểm. Nếu ký hiệu:

$$M_1 = @|q_1|; \quad M_2 = @|q_2|, \quad (7)$$

với:
$$@ = \frac{m_e}{q_e} \approx \frac{9,1 \times 10^{-31}}{1,6 \times 10^{-19}} \approx 5,69 \times 10^{-12} \text{ kg/C}, \quad (8)$$

và $q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ – là điện tích của electron, ta có thể biểu diễn (6) ở dạng giống hệ định luật vạn vật hấp dẫn (3) như đã được xem xét tại [2, 4]:

$$F_C = G_C \frac{M_1 M_2}{R^2}, \quad (9)$$

với $G_C = \frac{k_C}{@^2} \approx 2,78 \times 10^{32} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ – là hằng số điện-hấp dẫn. Ta có nhận xét rằng G_C lớn hơn hằng số hấp dẫn Newton $G_h \sim 4 \times 10^{42}$ lần, tức là với cùng một giá trị như nhau của phân số trong các biểu thức (3) và (9), tương tác điện lớn gấp $\sim 4 \times 10^{42}$ lần tương tác hấp dẫn. Hơn thế nữa, bán kính của electron và positron r_e lại rất nhỏ. Có thể tính nó theo cách cân bằng biểu thức năng lượng điện trường của điện tích đã biết theo [5] với năng lượng toàn phần của electron theo [2, 4]:

$$\frac{k_C q_e^2}{r_e} = 2m_e c^2. \quad (10)$$

Từ đây ta có:
$$r_e = \frac{k_C q_e^2}{2m_e c^2} \approx 1,41 \times 10^{-15} \text{ m}. \quad (11)$$

Tức là nhỏ hơn 2 lần “bán kính kinh điển” được tính theo công thức $E = mc^2$ của Einstein. Với cường độ tương tác cực mạnh cùng với kích thước rất nhỏ như thế sẽ dẫn đến hệ quả là thế năng tại lân cận bề mặt các hạt cơ bản này hoàn toàn có thể bằng hoặc lớn hơn động năng thoát, tương tự như đối với trường hấp dẫn (1). Ta sẽ thử kiểm tra xem sao.

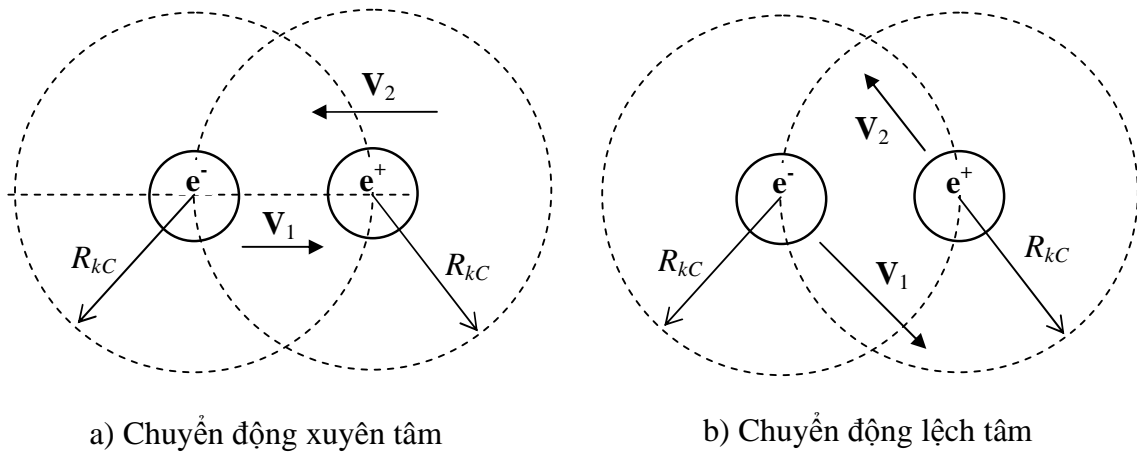
Trong trường hợp này cần lưu ý, vì 2 hạt electron hoặc 2 hạt positron không thể coi là chất điểm nên khoảng cách gần nhất giữa tâm của chúng chỉ có thể là $2r_e \approx 2,8 \times 10^{-15} \text{ m}$ khi chúng tiếp xúc trực tiếp với nhau. Tương tự như (2), ta sẽ xác định bán kính Schwarzschild R_{kC} cho electron và positron trong trường hợp khi coi chúng là các chất điểm:

$$R_{kC} = \frac{2G_C m_e}{c^2} \approx \frac{2 \times 2,78 \times 10^{32} \times 9,1 \times 10^{-31}}{(3 \times 10^8)^2} \approx 5,6 \times 10^{-15} \text{ m} \quad (12)$$

PHÁT HIỆN MỘT LOẠI HỒ ĐEN KIỂU MỚI

Vì $R_{kC} = 4r_e$ nên có thể thấy cho dù chúng không phải là chất điểm thì điều kiện hình thành hố đen trong trường hợp này cũng vẫn thỏa mãn. Nói cách khác, electron và positron chính là các hố đen siêu nhỏ với kích thước chỉ cỡ 10^{-15} và ta sẽ gọi chúng là các “hố đen điện”, còn các hố đen theo tương tác hấp dẫn – sẽ là “hố đen hấp dẫn”.

Đây là mới xét về phương diện cường độ tương tác, còn về phương diện lịch sử hình thành thì hố đen điện này khác với hố đen hấp dẫn ở chỗ chúng không được hình thành nên từ việc quy tụ vật chất, vì vốn dĩ chúng đã tồn tại như một hạt cơ bản không thể bị phân chia để cấu thành nên các dạng vật chất khác rồi. Chính vì vậy, như được chỉ ra trên hình vẽ dưới đây, các electron và positron sau khi va chạm nhau sẽ hình thành nên các dipole DR – là “graviton” cấu thành nên tất cả các hạt sơ cấp khác và cũng là tiền thân của neutrino khi được giải phóng trong các phân rã hạt nhân hoặc hạt sơ cấp như đã được nói tới ở [2].



Va chạm electron và positron hình thành DR

Nếu electron và positron không phải là hố đen thì xác suất chúng “cặp đôi” với nhau để hình thành DR là rất nhỏ và hơn thế nữa, làm sao chúng có thể bền vững trước các cuộc va chạm năng lượng cao đã biết. Chưa kể đến một thực tế là ngay bản thân kích thước của DR sau khi hình thành cũng bị giới hạn bởi bán kính R_{kC} này. Vấn đề là ở chỗ proton có khối lượng lớn hơn khối lượng của electron và positron 1.800 lần, trong khi đó kích thước của nó lại không lớn, chỉ gấp hơn 2 lần. Vậy, làm sao trong quả cầu chật hẹp của positron ấy lại chứa được tới 900 cặp DR? Chính khả năng thu gom của hố đen positron đã làm được việc đó: Các DR chỉ bị trung hòa về điện ở khoảng cách lớn hơn bán kính tác dụng của chúng, còn trong phạm vi bán kính đó chúng vẫn tương điện với positron và bị hút vào hố đen positron đó. Khi lượng DR bị tập trung với số lượng lớn, chúng sẽ bị nén lại do

“hiệu ứng hó đen”. Con số 900 cặp DR nói trên có thể là khả năng tới hạn của việc nén ép này? Đây rất may lại là một tình tiết ủng hộ cho quan điểm hình thành các hạt sơ cấp từ các DR đã được tiên liệu từ trước vốn chỉ trông chờ vào điều kiện về áp suất với mật độ dày đặc các hạt electron và positron mà chỉ với điều đó không thôi thì quả thật chưa đủ.

Tóm lại, việc chứng minh được electron và positron là những *hó đen điện* siêu nhỏ này đã có những bằng chứng thực nghiệm xác nhận và là cơ sở để có thể tiến tới phân tích động lực học *hó đen hấp dẫn* trong vũ trụ sau này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Новиков И.Д. *Эволюция вселенной*. Москва. “Науки”. 1990.
- [2] Vũ Huy Toàn. *Con đường mới của vật lý học*, NXB Khoa học & Công nghệ, Hà nội, 2007.
- [3]. Vũ Huy Toàn. Năng lượng của thực thể vật lý trong trường lực thế.
<http://vuhuytoan.wordpress.com/2007/07/10/nang-1%C6%B0%E1%BB%A3ng-c%E1%BB%A7a-th%E1%BB%B1c-th%E1%BB%83-v%E1%BA%ADt-ly-trong-tr%C6%B0%E1%BB%9Dng-1%E1%BB%B1c-th%E1%BA%BF/>
- [4] Vũ Huy Toàn. *Tương tác điện*.
<http://vuhuytoan.wordpress.com/2008/01/01/t%C6%B0%C6%A1ng-tac-di%E1%BB%87n/>
- [5] Б. М. Яворский А. А. Детлаф. *Справочник по физике*. Физматлит. “Наука”, Москва, 1996.