

TỐC ĐỘ ÁNH SÁNG HỮU HẠN DO HẤP DẪN

Vũ Huy Toàn

Công ty cổ phần CONINCO-MI

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

Tóm tắt. Tốc độ ánh sáng trong chân không được cho là một hằng số vũ trụ, không phụ thuộc vào trường hấp dẫn mạnh, hay yếu. Tuy nhiên, xuất phát từ việc phát hiện ra sự phụ thuộc của dịch chuyển đỏ của ánh sáng do hấp dẫn, tác giả đã tìm ra được mối liên hệ trực tiếp giữa tốc độ ánh sáng với độ chênh lệch thế năng hấp dẫn vũ trụ. Qua đó, dự báo khả năng ánh sáng giảm tốc độ khi đi tới các vật thể có trường hấp dẫn mạnh.

I. Đặt vấn đề

Tốc độ ánh sáng trong chân không c theo lý thuyết sóng điện từ của Maxwell [1] là một hằng số, được liên hệ với hằng số điện môi ϵ_0 , độ từ thẩm của chân không μ_0 theo công thức:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (1)$$

Nhưng chân không là khái niệm để chỉ một vùng không gian không có các dạng vật thể nào, ngoại trừ trường hấp dẫn. Tức là dù muốn hay không, trường hấp dẫn cũng phải đóng vai trò gì đó ở đây, vì photon vốn là một hạt trung hòa về điện, không chịu tác động của các điện tích khác, nhưng vẫn chịu tác động của trường hấp dẫn chứ?

Sau này, Einstein đã đưa ra Định đề 2, công nhận tốc độ ánh sáng c không phụ thuộc vào tốc độ nguồn sáng trong mọi hệ quy chiếu quán tính để xây dựng thuyết tương đối hẹp và hệ quả là nhận được tốc độ đó cũng đồng thời là giới hạn cho mọi chuyển động của các vật thể có khối lượng [2].

Nhưng như bây giờ ta đã biết, ánh sáng không phải là sóng, mà là hạt có khối lượng hấp dẫn $m_{ph} \approx 2m_e$ nên chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi thế hấp dẫn của vật thể mà nó tương tác nói riêng và thế hấp dẫn vũ trụ nói chung. Tuy nhiên, sự ảnh hưởng của trường hấp dẫn đến ánh sáng có khác với các dạng vật chất khác ở chỗ, nó thay đổi tần số của ánh sáng như đã thấy ở [3]. Nhưng liệu nó có làm thay đổi tốc độ ánh sáng nữa không? Và nó có vai trò gì trong việc duy trì giá trị hữu hạn của tốc độ ánh sáng? Đó chính là những câu hỏi cần được giải đáp.

II. Tốc độ ánh sáng bị giới hạn bởi độ chênh thế hấp dẫn vũ trụ

Trong [4], tác giả đã chứng minh được công thức ảnh hưởng của hấp dẫn lên dịch chuyển đỏ và có thể viết nó gần đúng ở dạng:

$$z \approx \frac{2m_e \gamma \rho \pi^2 R_{tp}}{\epsilon_r} r(t) \quad (2)$$

với m_e – là khối lượng của điện tử; γ – là hằng số hấp dẫn; ρ – là mật độ vật chất trong vũ trụ; R_{tp} – là bán kính tác dụng hấp dẫn vũ trụ của photon; $\epsilon_r = hf_r$ – là năng lượng trao đổi của photon trong tương tác khi đến được tới người quan sát sau quãng đường $r(t)$.

Mặt khác, ta cũng biết định luật Hubble [3] dưới dạng:

$$cz = Hr(t) \quad (3)$$

ở đó, tích cz được cho là tốc độ lùi xa của các thiên hà, nhưng giờ đây nó không còn ý nghĩa đó nữa. Có thể viết lại (3) dưới dạng:

$$c = \frac{r(t)}{z/H} \quad (4)$$

Hãy nhìn lại công thức (4) theo một góc độ khác, đó là sự liên hệ giữa tốc độ ánh sáng c với các thông số được xác định bằng thực nghiệm: Hằng số Hubble H , độ dịch chuyển đỏ z và khoảng cách tới các thiên hà $r(t)$. Từ (4) có thể thấy rằng, tỷ số z/H chính là thời gian ánh sáng đi được khoảng cách $r(t)$ và nó bị chi phối bởi các hằng số vũ trụ trong (2), cũng tức là trực tiếp ảnh hưởng tới tốc độ ánh sáng c . Thêm nữa, ở [4] ta còn được biết sự liên hệ giữa độ dịch chuyển đỏ với độ gia tăng thế năng hấp dẫn vũ trụ trong quá trình chuyển động của photon $\Delta U_{ph}(t)$:

$$z = \frac{\Delta U_{ph}(t)}{\epsilon_r} \quad (5)$$

nên sau khi thay (5) vào (4), ta được:

$$c = \frac{Hr(t)}{\frac{\Delta U_{ph}(t)}{\epsilon_r}} \quad (6)$$

Có nghĩa là chính sự thay đổi thế năng hấp dẫn vũ trụ đã trực tiếp ảnh hưởng tới tốc độ ánh sáng lan truyền trong nó. Điều này khiến ta liên tưởng tới sự xuất hiện lực ma sát trượt chống lại chuyển động của vật thể khi nó di chuyển trên mặt đất; nếu tốc độ trượt bằng 0 và tổng hợp lực tác động lên nó cũng bằng 0 thì lực ma sát này cũng không xuất hiện. Còn trong trường hợp xe lăn, đã có sự thay thế ma sát trượt bằng ma sát lăn nên với cùng một điều kiện như nhau, xe lăn sẽ duy trì được tốc độ lâu hơn, có thể coi gần như không đổi trong một khoảng thời gian nào đó. Photon là một dipole gồm hai hạt electron và positron quay xung quanh tâm quán tính chung cũng có thể được ví như cái bánh xe đó nên nó đã giảm tần

số quay và gây nên hiện tượng dịch chuyển đỏ như đã biết, thay vì giảm tốc độ chuyển động thẳng c (hoặc chí ít ra cũng là sẽ thay đổi không đáng kể). Cụ thể hơn, ta thay (2) vào (4) và có:

$$c = \frac{H}{m_{ph}\gamma\rho\pi^2\tilde{R}_e} = \text{const} \quad (7)$$

với ký hiệu:
$$\tilde{R}_e = \frac{R_{tp}}{\epsilon_r} = \text{const} \quad (8)$$

Khoan hãy nói tới vấn đề định lượng, tức là tới độ chính xác của việc xác định các thông số trong (7). Về định tính, từ (2) và (7) có thể thấy rất rõ, nếu photon không có khối lượng hấp dẫn ($m_{ph} = 0$), nó sẽ không chịu tác động của trường hấp dẫn và theo đó, tốc độ của photon sẽ phải bằng ∞ . Nhưng thực tế, tốc độ c là hữu hạn và các hằng số trong đó được xác định qua thực nghiệm cũng hữu hạn. Như vậy, chính thế hấp dẫn vũ trụ đã quy định tốc độ chuyển động của photon có khối lượng hấp dẫn m_{ph} , chứ không phải vì một lý do gì khác. Nếu các hằng số vũ trụ trong (7) nhận các giá trị khác, tốc độ của ánh sáng cũng sẽ có giá trị khác, thay vì ~ 300.000 km/s như hiện nay. Cụ thể là, khi điều kiện để viết được biểu thức gần đúng (2) không được tuân thủ, giá trị H và \tilde{R}_e có thể sẽ thay đổi và tùy thuộc vào mức độ thay đổi ấy, tốc độ ánh sáng cũng có thể sẽ thay đổi. Cụ thể là khi đi vào trường hấp dẫn mạnh hơn trường hấp dẫn vũ trụ trong các khoảng không giữa các thiên hà, đặc biệt là lân cận các sao neutron hay hố đen. Điều này nằm ngoài phạm vi có thể dự báo được từ các phương trình trường của Maxwell. Đây có thể sẽ là một đề tài cần được xem xét tiếp.

III. Kết luận

Tốc độ ánh sáng bị giới hạn bởi chính thế hấp dẫn vũ trụ, nên ánh sáng không thể chuyển động nhanh hơn được. Hơn nữa, khối lượng hấp dẫn của photon cũng là nhỏ nhất và bằng chính “lượng tử khối lượng hấp dẫn” nên không thể có một dạng vật chất nào với khối lượng hấp dẫn được cấu thành từ các lượng tử khối lượng hấp dẫn này lại có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng. Tức là tốc độ ánh sáng là giới hạn do bản chất vật lý của nó chứ không phải bởi lý do toán học như là hệ quả của thuyết tương đối hẹp.

Việc ánh sáng giảm tốc độ khi đi vào trường hấp dẫn mạnh cũng được dự báo và hy vọng các nhà vật lý thực nghiệm sẽ tổ chức được một thí nghiệm xác nhận hiện tượng này, tách rời khỏi hiệu ứng thời gian chậm lại, cũng như dịch chuyển đỏ do hấp dẫn – là những hiện tượng luôn luôn song hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Л. Я. Бессонов. *Теоретические основы электро-техники*. Издательство “Высшая школа”. 1975.
- [2] А. Эйнштейн. *К электродинамике движущихся тел*. Ann. Phys. 1905. 18. 639. (статья 2).
- [3] E. Hubble. *The observational approach to cosmology*. Oxford At the Clarendon Press. 1937.
- [4] Vu Huy Toan. *Một cách tiếp cận khác tới sự 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/>