

**VÌ SAO GÓC LỆCH HƯỚNG CỦA TIA SÁNG TÍNH THEO CƠ HỌC
NEWTON LẠI NHỎ HƠN HAI LẦN SO VỚI THỰC TẾ?**

Vũ Huy Toàn

Công ty cổ phần CONINCO-MI

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

Ý nghĩ tia sáng bị lệch do hấp dẫn có từ thời Newton khi ông coi ánh sáng là hạt có khối lượng và sau này Johann Georg von Soldner (1804) tính ra được góc lệch bằng:

$$\alpha = \frac{2GM}{Rc^2} \quad (1)$$

Có thể thấy, việc sử dụng cơ học Newton để giải bài toán này là không phù hợp vì photon không hề thay đổi tốc độ dưới tác động của lực hấp dẫn, tức là nó không hề bị gia tốc, cho dù nó vẫn có khối lượng.

Trong khi đó, theo thuyết tương đối tổng quát [1], khi tia sáng đi ngang qua vùng không-thời gian của một vật thể có trường hấp dẫn mạnh, nó sẽ chuyển động theo đường trắc địa tạo nên độ lệch so với hướng ban đầu một góc α bằng 2 lần giá trị tính theo (1) và có vẻ như được thực nghiệm xác nhận:

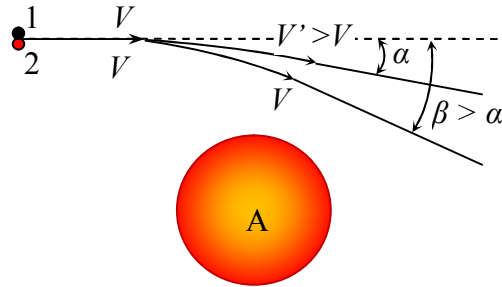
$$\alpha = \frac{4GM}{Rc^2} \quad (2)$$

Trong vật lý cổ điển, một vật rơi tự do trong trọng trường là chuyển động có gia tốc và sự thay đổi động năng cũng chính bằng sự thay đổi thế năng của nó. Sau này ta được biết, cả động năng và thế năng đều tăng lên theo cùng một tỷ lệ như nhau do nội năng giảm. Tuy nhiên photon có chút khác biệt là không gia tăng động năng vì tốc độ của nó không thay đổi. Khi đó, chỉ có sự thay đổi thế năng còn động năng vẫn giữ nguyên nhưng đổi lại, tần số của nó lại thay đổi tương ứng đúng với độ tăng thế năng. Vì càng vào sâu trong trường hấp dẫn, ngoại năng càng lớn và nội năng càng giảm nên tần số của photon cũng giảm đi tương ứng là điều hiểu được.

Khi photon bay ngang qua một vật A có khối lượng hấp dẫn lớn, nó sẽ lệch đi một góc lớn hơn so với một hạt thông thường vì động năng của nó không tăng nên

VÌ SAO GÓC LỆCH HƯỚNG CỦA TIA SÁNG NHỎ HƠN HAI LẦN SO VỚI THỰC TẾ

không bù được lực hút tăng do thế năng tăng như đối với các hạt thông thường. Hay nói cách khác, chính sự gia tăng động năng của hạt thông thường sẽ khiến cho nó chuyển động có thêm quán tính và bị hút ít hơn vào vật A nếu không tăng tốc, tức là sẽ lệch góc chuyển động nhỏ hơn so với photon có cùng khối lượng.



Trên hình vẽ thể hiện hai vật 1 và 2 có cùng khối lượng m và cùng tốc độ ban đầu bằng V và giả sử vật thứ 2 là photon không thay đổi tốc độ sau khi đi vào trường hấp dẫn của vật A, còn vật 1 thì tăng tốc độ lên $V' > V$.

Như đã biết, sự gia tăng động năng của vật 1 bằng sự gia tăng thế năng của nó:

$$\Delta K_1 = m \frac{V'^2 - V^2}{2} = \Delta U_1 = GmM \left(\frac{1}{(r - \Delta r)} - \frac{1}{r} \right) = GmM \frac{\Delta r}{r(r - \Delta r)} \approx GmM \frac{\Delta r}{r^2} \quad (3)$$

Tức là nội năng sẽ giảm đi một lượng tương ứng bằng:

$$\Delta W_{n1} = 2\Delta U_1 = -2GmM \frac{\Delta r}{r^2}. \quad (4)$$

Nó sẽ bị lệch hướng chuyển động một góc α .

Tuy nhiên, vì hiệu ứng thay đổi tần số của photon là do sự giảm nội năng nhờ tăng thế năng ΔU (3) rồi, còn giờ đây, sự tăng động năng ΔK (có giá trị đúng bằng ΔU) lẽ ra phải có thì lại chuyển hoàn toàn cho việc lệch hướng chuyển động (β) của photon (mà không xảy ra đối với vật 1). Như vậy, nếu tốc độ của vật thứ 2 giả thiết là không đổi thì tương đương với việc vật chịu thế năng tăng lên gấp 2 lần như ở (4) khiến độ lệch góc của nó sẽ tăng lên tương ứng đúng bằng cỡ ấy: 2α như trên thực tế đã xảy ra.

Vậy là, sự lệch tia sáng qua nguồn hấp dẫn mạnh không phải là hệ quả của thuyết tương đối rộng như các nhà vật lý tương đối tính vẫn cố “vơ vào” mà chỉ là một hiệu ứng cơ học cổ điển có tính đến đặc thù của một dạng vật chất đặc biệt là

photon được cấu tạo từ hai hạt cơ bản không có tương tác hấp dẫn (electron và positron) quay quanh tâm quán tính chung mà hình thành nên tương tác hấp dẫn (do đó, có khối lượng quán tính trong trường hấp dẫn). Vì tính đặc thù này, photon đã không hành xử giống như các hạt vốn được cấu thành từ các hạt có sẵn tương tác hấp dẫn khác là lẽ đương nhiên.