

KHỐI LƯỢNG CỦA PHOTON

Vũ Huy Toàn

Công ty cổ phần CONINCO-MI

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

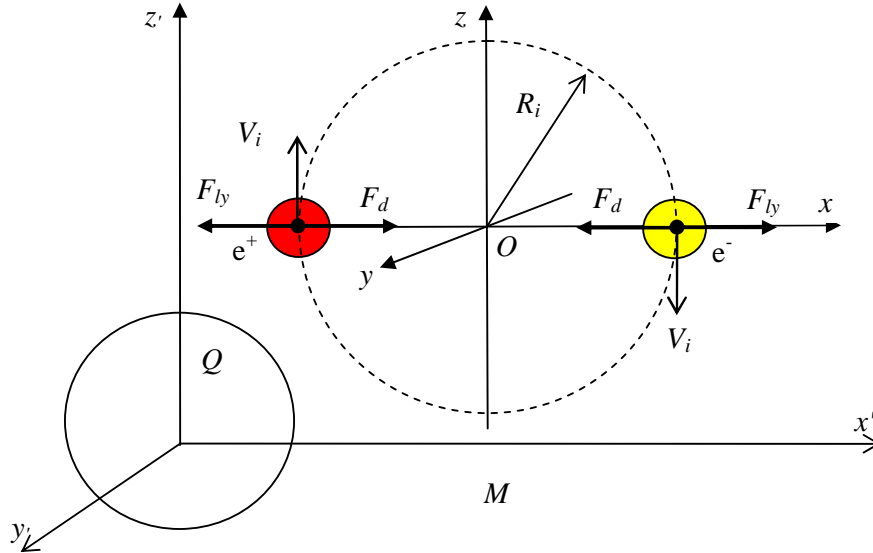
Chúng ta đã nói đến sự hình thành tương tác hấp dẫn từ “tương tác điện tàn dư” trong quá trình hình thành photon, cũng tức là sự hình thành khối lượng hấp dẫn M_{ph} từ “điện tích tàn dư” [1]. Ngoài ra, từ góc độ coi photon cũng như các thực thể vật lý có khối lượng hấp dẫn khác, chúng ta cũng đã đề cập đến năng lượng toàn phần của photon trong trường hấp dẫn tương ứng với khối lượng quán tính m_T của nó trong trường hấp dẫn [2]:

$$W_{phh} = 2m_T c^2. \quad (1)$$

Tuy nhiên, do điều kiện trung hoà điện tích (thể hiện qua tần số quay) đối với mỗi dipol DQ khác nhau cũng khác nhau [3], nên giá trị của khối lượng (quán tính và hấp dẫn) sẽ khác nhau, ký hiệu là $m_{phi} \approx M_{phi}$ tương ứng. Khi đó, (1) có thể được viết lại như sau:

$$W_{phh} = 2m_{phi} c^2. \quad (2)$$

Để xác định được khối lượng m_{phi} của photon tương ứng với mỗi tần số ν_i của dipol DQ khác nhau, ta cần tận dụng định luật bảo toàn năng lượng: năng lượng của dipol DQ trước và sau khi hình thành nên photon là đại lượng bảo toàn. Vì vậy trước tiên, ta sẽ xác định biểu thức năng lượng toàn phần của dipol DQ W_{DQi} trước khi hình thành nên photon. Lúc đó các dipol DQ trong trường điện của điện tích Q có dạng như được mô tả trên Hình 1.



Hình 1. Xem xét dipol DQ trong hệ quy chiếu gắn với tâm quán tính của nó

Lúc này cặp electron-positron quay xung quanh tâm quán tính chung O của chúng, mà tâm này có thể được coi là đứng yên tương đối trong HQC xyz và hoàn toàn nằm trong bán kính tác dụng của điện tích Q . Ta có các biểu thức quen thuộc cho cặp electron-positron quay tròn xung quanh tâm quán tính chung:

$$F_d = \frac{k_c q_e^2}{4R_i^2} \quad (3)$$

$$F_{ly} = \frac{m_e V_i^2}{R_i} \quad (4)$$

Khi lực hướng tâm Coulomb F_d (3) cân bằng với lực ly tâm F_{ly} (4):

$$\frac{k_c q_e^2}{4R_i^2} = \frac{m_e V_i^2}{R_i}, \quad (5)$$

ta có:
$$R_i = \frac{k_c q_e^2}{4m_e V_i^2}. \quad (6)$$

Ta được biết năng lượng toàn phần của mỗi hạt trước khi liên kết thành dipol DQ có dạng:

$$W_e = 2m_e c^2. \quad (7)$$

Vì vậy, tổng năng lượng của cả 2 hạt electron và positron trước khi kết hợp với nhau bằng:

$$W_\Sigma = 2W_e = 4m_e c^2. \quad (8)$$

Có thể thấy khi liên kết thành dipol DQ, muốn duy trì được quỹ đạo thứ i quay quanh tâm quán tính, cần cấp thêm năng lượng W_i cho mỗi hạt này không những đủ để cân với bằng thế năng của mỗi hạt trên quỹ đạo thứ i đó (tương ứng với khoảng cách giữa 2 hạt là $2R_i$), đồng thời còn phải đủ để mỗi hạt trên quỹ đạo thứ i đó chuyển động với tốc độ V_i , tức là bằng động năng quỹ đạo tương ứng. Nói cách khác, năng lượng được cấp thêm W_i cho mỗi hạt phải bằng tổng thế năng và động năng của nó:

$$W_i = K_i + U(R_i), \quad (9)$$

$$W_i = \frac{m_e V_i^2}{2} + \frac{k_c q_e^2}{2R_i}. \quad (10)$$

Mặt khác, tính đến (6) có thể rút gọn (10) ở 2 dạng tương đương nhau:

$$W_i = 5 \frac{m_e V_i^2}{2} = 5 \frac{k_c q_e^2}{8R_i}. \quad (11)$$

Tính đến các biểu thức (28) và (31) ở [3]:

$$V_i = V_1 i^{-1}; \quad R_i = R_1 i^2,$$

ta có thể viết lại (11) ở 2 dạng tương đương nhau:

$$W_i = 5 \frac{m_e V_1^2}{2} i^{-2} = 5 \frac{k_c q_e^2}{8R_1} i^{-2}. \quad (12)$$

Đặt:
$$W_1 = 5 \frac{m_e V_1^2}{2} = 5 \frac{k_c q_e^2}{8R_1}, \quad (13)$$

Thay số vào ta được:
$$W_1 \approx \frac{5 \times 9 \times 10^9 \times 1,6^2 \times 10^{-38}}{8 \times 5,65 \times 10^{-15}} \approx 2,55 \times 10^{-14} \text{ (J)}.$$

Ta viết lại (12) ở dạng ngắn gọn:
$$W_i = W_1 i^{-2}. \quad (14)$$

Nhưng như trong [1] đã chỉ ra một thực thể vật lý khi tiếp nhận thêm năng lượng thì phần năng lượng được nhận thêm đó luôn phân bổ đều cho cả nội năng lẫn ngoại năng của nó do có sự liên hệ biện chứng giữa nội năng và ngoại năng của cùng một thực thể vật lý thống nhất. Chính vì vậy, cần phải tính đến năng lượng bổ sung W_i theo (14) ở cả nội năng lẫn ngoại năng của mỗi hạt trong dipol DQ. Do đó, năng lượng toàn phần của 2 hạt electron và positron cùng với tổng năng lượng bổ sung cho cả nội năng và ngoại năng để hình thành và duy trì dipol DQ bằng:

$$W_{DQi} = 4m_e c^2 + 4W_1 i^{-2}. \quad (15)$$

Từ điều kiện cân bằng với năng lượng toàn phần của dipol DQ (15) với năng lượng toàn phần của photon (2), ta rút ra được khối lượng quán tính của photon tương ứng với chỉ số lượng tử quỹ đạo thứ i :

$$m_{phi} = 2m_e + \frac{2W_1}{c^2} i^{-2} = 2m_e + \Delta m_i, \quad (16)$$

ở đây ký hiệu:
$$\Delta m_i = \frac{2W_1}{c^2} i^{-2} = \Delta m_1 i^{-2}, \quad (17)$$

là thành phần phụ thuộc vào tần số quay của photon thể hiện qua chỉ số lượng tử quỹ đạo i

với:
$$\Delta m_1 = \frac{2W_1}{c^2} \approx \frac{2 \times 2,55 \times 10^{-14}}{9 \times 10^{16}} \approx 5,69 \times 10^{-31} \text{ (kg)} \quad (18)$$

Thay số vào (16), ta được:
$$m_{phi} = 18,2 \times 10^{-31} + 5,69 \times 10^{-31} i^{-2} \text{ (kg)} \quad (19)$$

Có thể thấy ngay với $i = 1$, tức là đối với hạt γ , sự ảnh hưởng của tần số đạt tới 31% tổng khối lượng của hai hạt e- và e+ tự do. Tuy nhiên, ở vùng ánh sáng nhìn thấy với $i = 200$, nó chỉ ảnh hưởng từ con số thứ 5 sau dấu phẩy trở đi:

$$\frac{\Delta m_1}{m_{ph1}} = \frac{\Delta m_1}{2m_e + \Delta m_1} \approx \frac{5,69 \times 10^{-31}}{2 \times 9,1 \times 10^{-31} + 5,69 \times 10^{-31}} \approx 0,78 \times 10^{-5}.$$

Nói cách khác, với sai số $< 10^{-5}$ có thể coi khối lượng hấp dẫn và khối lượng quán tính của photon không phụ thuộc vào tần số của nó và xấp xỉ bằng:

$$\boxed{m_{ph} \approx m_T = 2m_e}. \quad (20)$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Vũ Huy Toàn. *Con đường mới của vật lý học*, NXB Khoa học & Công nghệ, Hà nội, 2007.

[2]. Vũ Huy Toàn. Năng lượng hấp dẫn của photon.

http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/09/22_nang-luong-hap-dan-cua-photon2.pdf

[3]. Vũ Huy Toàn. Tần số của photon. http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/09/25_tan-so-cua-photon13.pdf