

**BỘ CỤC NĂNG LƯỢNG CỦA PHOTON****Vũ Huy Toàn**

Công ty CONINCO-MI, 4 Tôn Thất Tùng, Hà Nội

[vuhuytoan@conincomi.vn](mailto:vuhuytoan@conincomi.vn)

Trong các tài liệu [1 – 3], chủ yếu tác giả chỉ đề cập tới khả năng hình thành cấu trúc của photon nhằm giải quyết tính “thần bí” (lượng tính sóng-hạt, bản chất phi vật chất...) của nó, nhưng chưa đề cập chi tiết tới bộ cục năng lượng cũng như quá trình chuyển hoá năng lượng của photon như một hạt tham gia vào cả tương tác hấp dẫn lẫn tương tác điện, hay còn gọi là tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn. Đây là dạng tương tác vẫn chưa được nghiên cứu và trong [2], tác giả cũng chỉ mới nêu lên vấn đề như một trong các tồn đọng của cuốn sách. Việc xem xét tương tác hỗn hợp này theo cách truyền thống như đã đề cập ở đó sẽ vấp phải những khó khăn chưa thể giải quyết được.

Trong bài này, tác giả muốn tiếp cận tới vấn đề năng lượng toàn phần của photon theo một cách khác dựa vào tính chất đặc thù của photon là có thể thoát hoàn toàn khỏi tương tác điện mà chỉ tham gia vào một mình tương tác hấp dẫn. Khi đó, năng lượng toàn phần của photon vẫn phải được bảo toàn so với lúc nó đang ở trong trường hỗn hợp điện-hấp dẫn vì tương tác hấp dẫn xét cho cùng cũng chỉ là “tương tác điện tàn dư” của nó được gọi bằng một cái tên mới – là tương tác hấp dẫn. Nói cách khác, vấn đề là ở chỗ photon được hình thành nên từ hai hạt electron và positron có năng lượng toàn phần của từng hạt riêng rẽ vốn là đại lượng bảo toàn, vì bán kính tác động của chúng đều tới  $\infty$  – dù ở đâu hay vào thời điểm nào, cả vũ trụ vẫn luôn “nằm gọn trong lòng” nó, bởi vậy chỉ có sự chuyển hoá qua lại giữa các thành phần năng lượng toàn phần của các hạt đó trong photon, tương ứng khi nó đi từ trường hỗn hợp điện-hấp dẫn ra trường hấp dẫn thuần tuý, còn gọi là chân không, và ngược lại, từ trường hấp dẫn thuần tuý, vào trường điện của môi trường được cấu tạo từ các nguyên tử, phân tử của các chất. Khi kết hợp lại với nhau, nhờ có sự bổ sung thêm năng lượng từ bên ngoài hai hạt đó để hình thành nên dipol DQ, năng lượng toàn phần của DQ bao gồm cả phần năng lượng được bổ sung thêm này sẽ là năng lượng toàn phần của photon trong tương lai; nó cũng sẽ vẫn là đại lượng được bảo toàn, vì tuy không tương tác với các điện tích ở ngoài bán kính tác dụng  $R_T$ , nhưng vẫn còn tương tác hấp dẫn với tất cả các thực thể vật lý khác, mà trong số đó có cả những thực thể vật lý đã từng cấp thêm năng lượng cho hai hạt electron và positron để dipol DQ đó được hình thành. Như vậy, trên cơ sở đó sẽ có thể tính toán được các thành phần năng lượng trong từng trường hợp, từng tương tác cụ thể.

Trong [2] chúng ta mới được biết tới năng lượng toàn phần của electron trong trường điện của điện tích  $Q$ , có dạng:

$$W_{e^-} = m_e c^2 + 2U_d(R_k), \quad (1)$$

với:

$$U_d(R_k) = k_c \frac{Qq_e}{R_k}, \quad (2)$$

trong đó  $m_e \approx 1,6 \times 10^{-31}$  kg – là khối lượng quán tính của electron;  $q_e \approx 1,6 \times 10^{-19}$  C – là điện tích của electron;  $k_c \approx 9 \times 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>;  $R_k$  – là khoảng cách tới hạn mà tại đó, nội năng của electron cân bằng với ngoại năng của nó, khi đó có thể viết:

$$U_d(R_k) = \frac{m_e c^2}{2}. \quad (3)$$

Thay (3) vào (1) ta được:

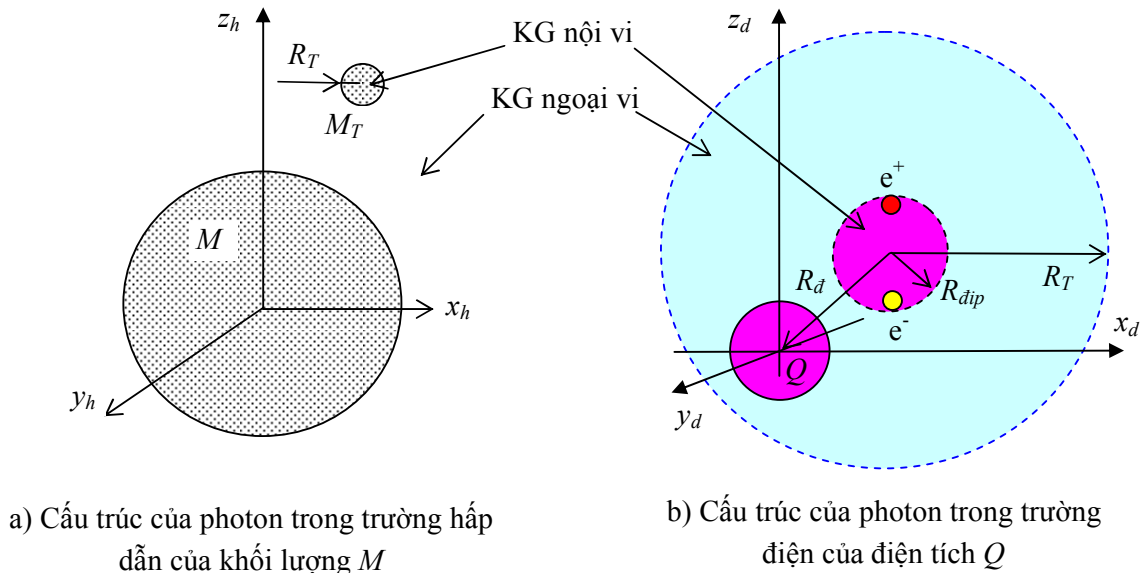
$$W_{e^-} = 2m_e c^2. \quad (4)$$

Tương tự như vậy, ta cũng có năng lượng toàn phần của positron  $W_{e^+} = W_{e^-}$ . Như vậy, năng lượng toàn phần của 2 hạt electron và positron trong trường điện khi chưa kết hợp với nhau chỉ là năng lượng điện thuần túy và bằng tổng năng lượng toàn phần của chúng:

$$W_{e^+e^-} = W_{e^-} + W_{e^+} = 2W_{e^-} = 4m_e c^2. \quad (5)$$

Sau khi kết hợp lại thành dipol DQ nhờ có sự bổ sung năng lượng từ bên ngoài hệ hai hạt này, năng lượng toàn phần của chúng chỉ có thể lớn hơn giá trị được tính theo (5) và hơn thế nữa, dipol này còn tham gia vào tương tác hấp dẫn nữa. Để có thể hình dung đầy đủ tính phức tạp này, ta hãy bắt đầu từ việc phân tích bộ cục năng lượng của photon trong tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn, nghĩa là cùng một lúc photon tham gia vào cả hai loại tương tác: tương tác điện với các điện tích trong phạm vi bán kính tác dụng  $R_T$  khi va chạm, hay đi xuyên qua các vật thể khác và tương tác hấp dẫn vốn luôn luôn thường trực mọi nơi, mọi lúc trong vũ trụ vô cùng, vô tận.

Trước hết, ta quay về với cấu trúc của photon như được biểu diễn trên Hình 1. Photon cũng là một thực thể vật lý nên nó phải có không gian nội vi và không gian ngoại vi [3]. Tuy nhiên, việc phân biệt “nội vi” hay “ngoại vi” còn phải căn cứ vào dạng tương tác. Photon tham gia vào cả 2 tương tác: tương tác điện ở cự ly gần ở trong khoảng  $R_{dip} < R_d < R_T$  và tương tác hấp dẫn ở cự ly xa  $> R_T$ . Chính vì vậy, photon sẽ có cấu trúc khác nhau tùy thuộc vào tương tác mà nó tham gia.



Hình 1. Cấu trúc của photon phụ thuộc vào dạng trường lực thế

- Nếu không có điện tích nào trong phạm vi  $< R_T$ , thì photon chỉ tham gia vào tương tác hấp dẫn. Trên Hình 1a biểu diễn cấu trúc của photon trong trường hấp dẫn của khối lượng  $M$  với không gian nội vi trong bán kính  $R_T$  của photon, trong khi không gian ngoại vi của nó mở rộng ra

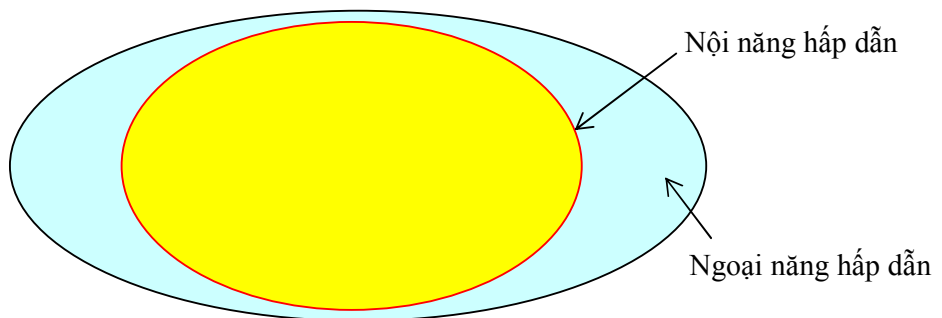
## BỘ CỤC NĂNG LƯỢNG CỦA PHOTON

cho đến vô cùng. Khi đó, khái niệm “tương tác hấp dẫn” rõ ràng chỉ có nghĩa từ phạm vi  $R_T$  trở ra mà thôi; bên trong phạm vi đó chỉ là tương tác điện thuần túy giữa electron và positron. Chính vì vậy, trong trường hợp này, photon chỉ được biểu diễn đơn giản là hình cầu có cùng màu xám với khối lượng hấp dẫn ( $M$ ) và có khối lượng đúng bằng một lượng tử khối lượng  $M_T$ .

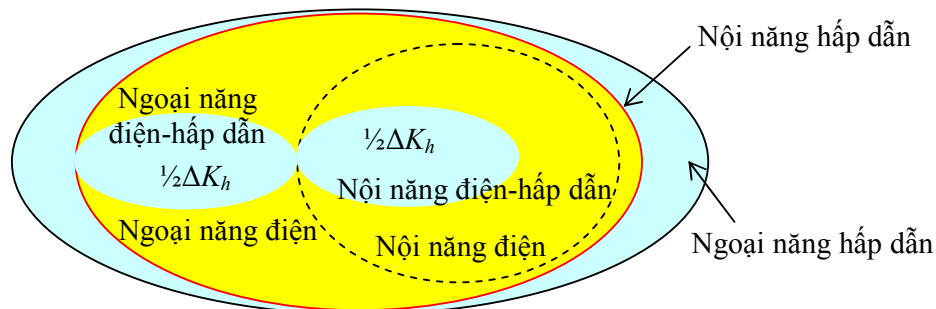
- Trong trường điện của điện tích  $Q$ , cấu trúc của photon có dạng như được chỉ ra trên Hình 1b: nó có không gian nội vi là vùng bên trong bán kính  $R_{dip}$  (chứ không phải  $R_T$  như với tương tác hấp dẫn) được đánh dấu màu hồng, giống như màu của điện tích  $Q$ , trong đó có dipol  $e^+e^-$ ; còn vùng đánh dấu màu xanh có bán kính  $R_T$  (trên hình vẽ đã phóng to lên 5 lần cho dễ nhìn) là không gian ngoại vi của nó trong tương tác này. Tuy nhiên, vì trường hấp dẫn luôn choán đầy vũ trụ, nên dù có muốn nghiên cứu photon chỉ trong tương tác điện một cách độc lập cũng không được.

- Trong tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn, tuy cường độ trường hấp dẫn thông thường quá nhỏ bé so với cường độ trường điện (chỉ bằng cỡ  $10^{-40}$  lần), nên thế năng hấp dẫn của photon rất nhỏ, nhưng động năng hấp dẫn của nó lại không hề bé, do photon luôn chuyển động với tốc độ tới hạn  $c$ . Hơn nữa, không gian nội vi của photon trong tương tác hấp dẫn lại “chứa đựng” toàn bộ không gian (cả nội vi lẫn ngoại vi) của photon trong tương tác điện, nên tương tác này có những tính chất đặc thù chưa từng được biết đến trong vật lý cổ điển cũng như hiện đại.

Như vậy, tương ứng với các “không gian nội vi” và “không gian ngoại vi” của photon, ta cũng sẽ có các khái niệm “nội năng” và “ngoại năng” của nó, tùy thuộc vào loại tương tác mà nó tham gia [2]. Trên sơ đồ ở Hình 2 thể hiện bố cục phân bố năng lượng của photon trong tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn – một cách mô tả sự tồn tại phụ thuộc lẫn nhau và cũng là sự thống nhất giữa tương tác điện và tương tác hấp dẫn.



a) Năng lượng photon trong tương tác hấp dẫn thuần túy



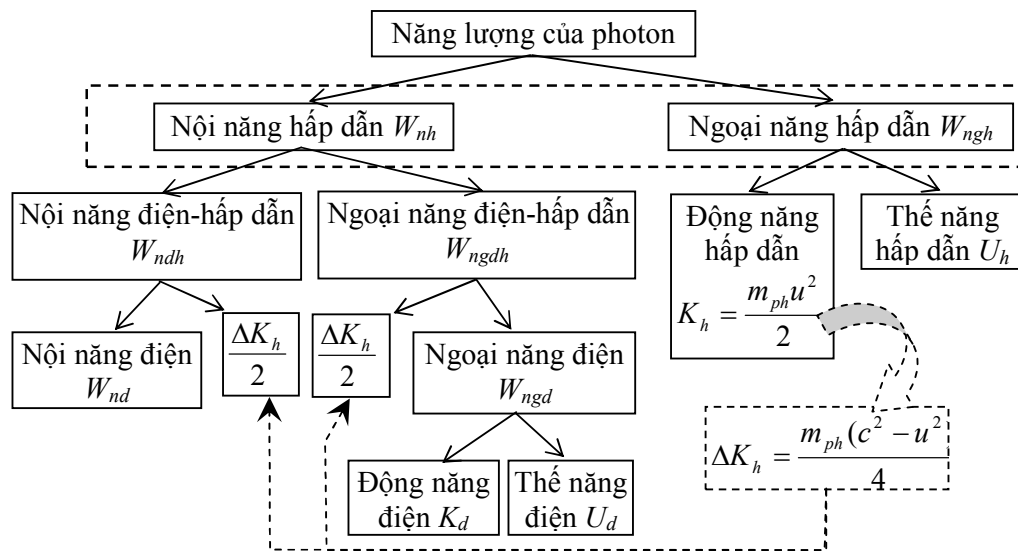
b) Năng lượng photon trong tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn

Hình 2. Bố cục năng lượng của photon

## BỘ CỤC NĂNG LƯỢNG CỦA PHOTON

Ở đây, ngoại năng hấp dẫn của photon được thể hiện bởi phần diện tích màu xanh dương; nội năng hấp dẫn là toàn bộ phần bên trong hình oval bao bởi đường màu đỏ; nội năng điện-hấp dẫn  $W_{ndh}$  là phần hình tròn màu vàng bao bởi đường nét đứt; ngoại năng điện-hấp dẫn  $W_{ngdh}$  là toàn bộ phần diện tích có cùng màu vàng kẹp giữa đường màu đỏ và đường nét đứt. Phần động năng  $\Delta K_h$  của ngoại năng hấp dẫn chuyển vào nội năng hấp dẫn được thể hiện dưới dạng hai hình elíp cùng màu xanh dương:  $\frac{1}{2}\Delta K_h$  gộp với nội năng điện  $W_{nd}$  để hình thành nội năng điện-hấp dẫn  $W_{ndh}$ , còn  $\frac{1}{2}\Delta K_h$  gộp với ngoại năng điện  $W_{ngd}$  để hình thành ngoại năng điện-hấp dẫn  $W_{ngdh}$  (trên hình vẽ đã có ý để các hình elíp này liên thông với nhau). Diện tích hình elíp lớn nhất thể hiện năng lượng toàn phần của photon – nó là đại lượng được bảo toàn khi photon chuyển từ trường hấp dẫn vào trường điện, hay ngược lại – mọi sự chuyển hoá năng lượng chỉ xảy ra trong phạm vi các thành phần bên trong hình elíp đó. Trong quá trình chuyển hoá này, đúng ra phải tính đến cả sự chuyển hoá thế năng hấp dẫn  $U_h$  nữa, nhưng trong điều kiện bình thường ở Trái đất hay các ngôi sao, bao gồm cả sao neutron, thế năng này rất nhỏ, nên sự chuyển hoá thế năng có thể bỏ qua được so với các thành phần năng lượng khác.

Trên Hình 3, đưa ra ở dạng sơ đồ để diễn giải phân bố năng lượng của photon trong tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn khi tốc độ của photon giảm từ  $c$  xuống đến  $u$ .



Hình 3. Sơ đồ phân bố năng lượng của photon trong tương tác hỗn hợp điện-hấp dẫn

Từ đây có thể hình dung quá trình chuyển hoá ngược lại, khi photon bay từ môi trường ra chân không: các thành phần năng lượng sẽ chuyển hoá ngược trở lại để nhận được sơ đồ phân bố năng lượng như trên Hình 2a, hay phần bên trong hình chữ nhật nét đứt trên Hình 3. Cụ thể là:

- Ngoại năng điện  $W_{ngd}$  không còn nữa, mà chuyển  $\frac{1}{2}W_{ngd}$  vào gộp với nội năng điện  $W_{nd}$  (có thể gọi là “chuyển hoá” thành nội năng “hấp dẫn”  $W_{nh}$  mặc dù thực chất vẫn là điện năng) khiến cho động năng quay cũng như thế năng của electron và positron tăng lên tương ứng;
- Hai thành phần động năng hấp dẫn  $\frac{1}{2}\Delta K_h$  và ngoại năng điện  $\frac{1}{2}W_{ngd}$  chuyển hoá trở lại gộp với động năng hấp dẫn khiến photon lại bay với tốc độ  $c$  như cũ.

Chính điều này đã gợi ý cho ta về quá trình chuyển hoá năng lượng khi dipol DQ có tốc độ chuyển động  $u = 0$  trở thành photon có tốc độ bằng  $c$ . Cụ thể là: động năng của photon  $K_{hc}$  được

tạo ra từ hai phần bằng nhau: một nửa từ ngoại năng điện-hấp dẫn  $W_{ngdh}$  của dipol, còn một nửa nữa từ nội năng điện-hấp dẫn  $W_{ndh}$  của nó. Sự chuyển hoá này không làm thay đổi nội năng điện  $W_{nd}$  của dipol như đã thấy trên Hình 3. Song, chính phần còn lại của ngoại năng điện-hấp dẫn của dipol, cũng tức là ngoại năng điện của nó:

$$W_{ngdh} - \frac{\Delta K_h}{2} = W_{ngdh} - \frac{m_{ph}c^2}{8} = W_{ngd} \quad (6)$$

sẽ chuyển vào thành nội năng hấp dẫn của photon  $W_{nh}$ , khiến cho cả động năng quay  $K_{ec}$  lẫn thế năng  $U_{ec}(R_c)$  của electron và positron trong photon tăng lên tương ứng. Kết quả là ta có tần số quay  $\nu_c$  cũng như bán kính  $R_c$  của photon sẽ được xác định từ điều kiện cân bằng năng lượng mới, nếu cho rằng trước đó tần số quay cũng như bán kính của photon chỉ là  $\nu_o < \nu_c$  và  $R_o > R_c$ .

### Tài liệu tham khảo

[1] Vũ Huy Toàn. *Tương tác điện*. 2007.

<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2008/01/tuong-tac-dien.pdf>

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

[3] Vũ Huy Toàn. *Cấu trúc của photon*. Proceedings: “Advances in Optics, Photonics, Spectroscopy & Applications VI, 2011”.

<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2010/12/cau-truc-photon-bc-hnvl.pdf>