

## KHÁM PHÁ BẢN CHẤT CỦA “VẬT CHẤT TỐI”

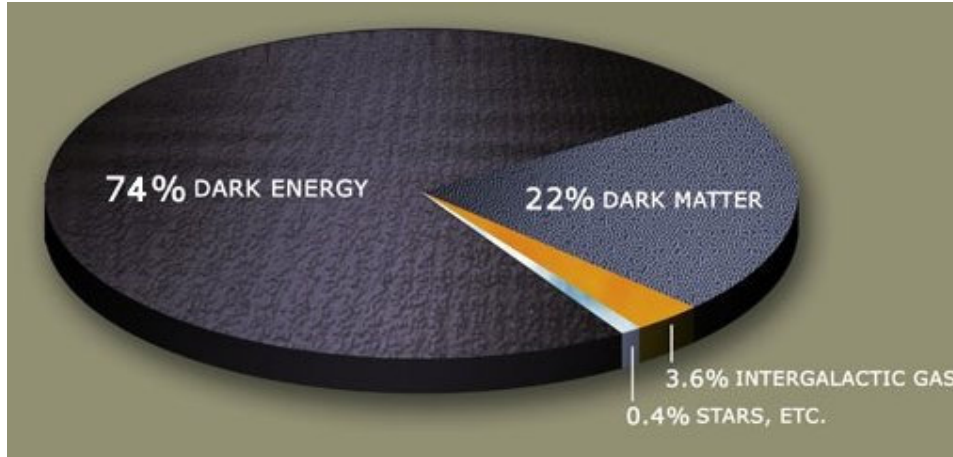
Vũ Huy Toàn

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

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

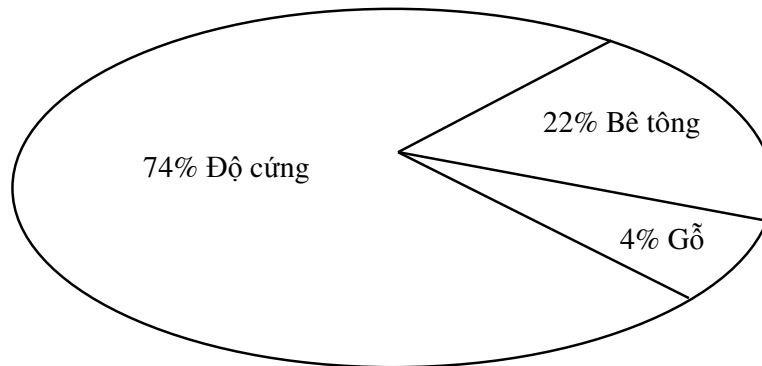
### 1. Vật chất tối là gì?

Trong vật lý hiện đại, người ta quan niệm rằng thành phần của vũ trụ bao gồm: 4% vật chất (trong các sao, hành tinh, thiên thạch, bụi vũ trụ và neutrino), 22% vật chất tối và 74% năng lượng tối [1] như được mô tả trên Hình 1.



Hình 1. Các thành phần cấu tạo nên vũ trụ theo quan niệm của vật lý hiện đại

Chỉ từ cách phân loại này thôi cũng đã bộc lộ rõ sự lộn xộn trong tư duy của các nhà khoa học thế kỷ XX do ảnh hưởng nặng nề của phương pháp luận duy tâm siêu hình. Ta hãy thử so sánh với cách tương tự như thế này nếu ai đó cho rằng ngôi nhà mà họ đang ở được cấu tạo bởi 3 thành phần: bê tông, gỗ và độ cứng như trên Hình 2. Ở đây, “độ cứng” chỉ là một đặc tính của chất liệu cấu thành nên ngôi nhà giống hệt như “năng lượng” – chỉ là một đặc tính của vật chất trong trường hợp trên, vậy mà lại đi xếp loại cùng với chính vật liệu cấu thành nên ngôi nhà thì chẳng phải là lộn xộn, là ngớ ngẩn lắm sao?

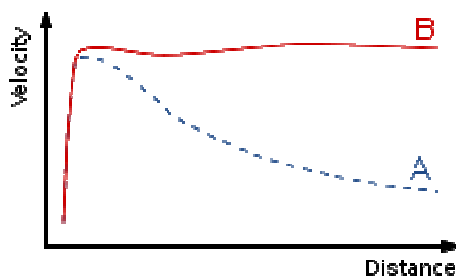


Hình 2. Thành phần cấu tạo một ngôi nhà theo kiểu tư duy siêu hình

## KHÁM PHÁ BẢN CHẤT CỦA “VẬT CHẤT TỐI”

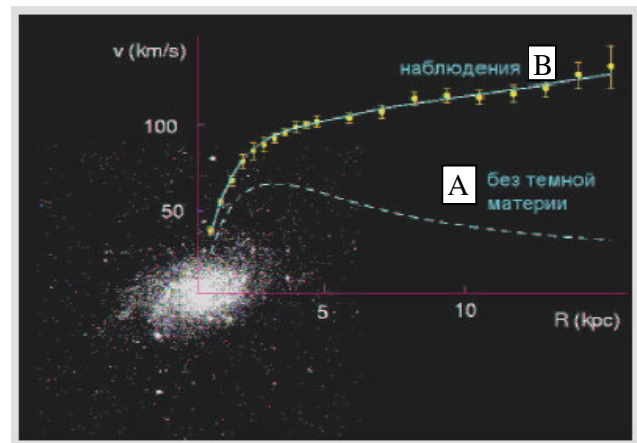
Còn một điều hết sức ngạc nhiên là không hiểu vì sao photon lại không được liệt kê như một trong các thành phần của vũ trụ, mặc dù chính nó cũng được coi là một lượng tử năng lượng và hơn thế nữa, còn tràn ngập trong vũ trụ?

Khoan hãy bàn về “năng lượng tối” – là kết quả của sự lầm lẫn của cái được gọi là “thực nghiệm” và có căn nguyên từ chính quan niệm về Big Bang hình thành nên vũ trụ, ở đây, ta sẽ chỉ nói về “vật chất tối” – là khái niệm xuất hiện trong thiên văn học vào những năm 30 của thế kỷ trước mà cho đến nay người ta vẫn đang dốc sức kiếm tìm. Khi quan sát chuyển động của các ngôi sao trong dải Ngân hà, Jan Oort [2] đã phát hiện ra rằng các ngôi sao ở xa tâm dải Ngân hà không chuyển động chậm dần như tính toán của cơ học Newton mà lại hầu như không đổi, và hiện tượng này được quan sát thấy ở hầu hết các thiên hà xoắn ốc khác (xem Hình 3a). Trong khi đó, đối với các thiên hà cầu hoặc elip, tình hình lại còn “tối tệ” hơn: tốc độ quay của những ngôi sao bên ngoài càng ngày càng lớn lên một cách khó hiểu (xem Hình 3b).



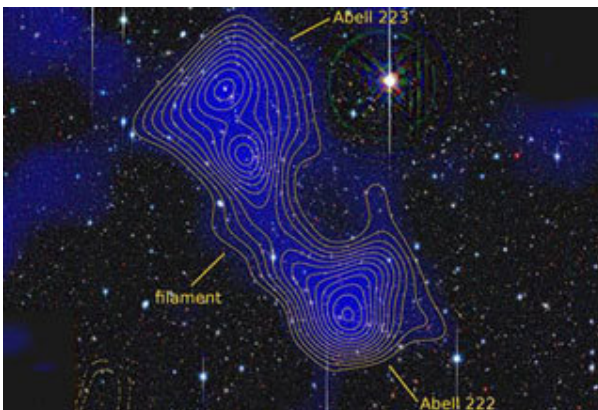
a)

Hình 3. Đường cong biểu diễn tốc độ quay của các sao trong thiên hà xoắn ốc a) và các thiên hà cầu hoặc elip phụ thuộc vào khoảng cách: Theo tính toán (A) và theo quan sát thấy (B).



b)

Nếu chỉ xét riêng sự có mặt của các dạng vật chất được biết đến trong các dải ngân hà (các sao, hành tinh, thiên thạch, bụi vũ trụ, thậm chí cả neutrino) thì cơ học Newton cũng không thể nào tính ra được tốc độ quay nhanh như thế này và vì vậy, để giải thích bức tranh nhận được đó người ta giả thiết rằng có một loại “vật chất tối” được phân bố trong các thiên hà, tuy không thể ghi nhận được bằng thiết bị hay quan sát thấy bằng kính thiên văn (không có tương tác điện từ), nhưng có tương tác hấp dẫn với các vật thể.



Gần đây, có những thông báo dường như đã tìm thấy manh mối của vật chất tối này ở dạng những “sợi liên kết”[3], nhưng về thực chất chỉ là cách suy diễn theo ý muốn, cũng như “khát vọng” chủ quan hơn là các bằng chứng thực nghiệm khoa học (xem Hình 4).

Hình 4. Người ta cho rằng hai cụm thiên hà Abell 222 và Abell 223 được liên kết bởi cái gọi là “sợi” vật chất tối.

Trong bài này, tác giả muốn chứng minh sự tồn tại các chuyển động “kỳ dị” của thiên hà không phải do một loại vật chất “tối” nào khác gây nên, mà vẫn chỉ là do vật chất thậm chí là rất “sáng” có sẵn trong vũ trụ đó chính là photon mà đã bị bỏ qua như đã nói ở trên.

## 2. Photon chính là “vật chất tối” làm thay đổi tốc độ quay của thiên hà

Cho tới nay, vật lý hiện đại vẫn cho rằng photon không có khối lượng nghỉ, còn khối lượng tương đối tính của nó lại quá nhỏ được tính theo công thức của Einstein:

$$m_{ph} = \frac{h\nu}{c^2}. \quad (1)$$

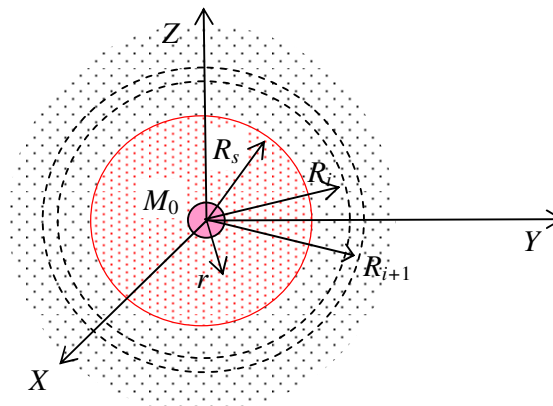
ở đây  $h \approx 6,63 \times 10^{-34} \text{Js}$  – là hằng số Planck;  $c \approx 3 \times 10^8 \text{m/s}$  – là tốc độ của ánh sáng trong chân không;  $\nu$  – là tần số của photon. Người ta ước tính có khoảng 500 photon vi sóng trong mỗi  $\text{cm}^3$  ở khoảng không gian giữa các thiên hà hay  $N = 5 \times 10^8 \text{ photon/m}^3$  [4]. Khi đó, mật độ của photon theo khối lượng chỉ bằng:

$$\rho_{p0} = Nm_{ph} = \frac{Nh\nu}{c^2}. \quad (2)$$

$$\rho_{p0} = \frac{5 \times 10^8 \times 6,63 \times 10^{-34}}{9 \times 10^{16}} \nu \approx 3,68 \times 10^{-42} \nu$$

Nếu tần số của photon vi sóng trung bình vào khoảng  $10^{10} \text{Hz}$ , thì trong mỗi  $\text{m}^3$  có  $\sim 4 \times 10^{-32} \text{kg}$  photon. Trong khi đó, mật độ vật chất trung bình của vũ trụ là  $\sim 10^{-27} \text{kg/m}^3$ , tức là lớn hơn hàng trăm ngàn lần. Có lẽ vì thế mà người ta đã bỏ qua chúng?

Tuy nhiên, như tác giả đã chứng minh ở [5, 6], photon ở mọi tần số có khối lượng hấp dẫn  $m_{ph} \approx 2m_e \approx 1,82 \times 10^{-30} \text{kg}$  với  $m_e \approx 9,1 \times 10^{-31} \text{kg}$ , có nghĩa là mật độ của photon vi sóng  $\rho_{p0} \sim 10^{-22} \text{kg}$ , tức là ngược lại, lớn hơn mật độ vật chất hàng trăm ngàn lần. Khi đó, sự ảnh hưởng của photon vào quá trình quay của các thiên hà là rất lớn. Chỉ có điều vật chất thông thường phân bố tập trung chủ yếu trong các ngôi sao hay hố đen tại tâm thiên hà, còn photon lại phân bố hầu như đều khắp không gian nên sự ảnh hưởng sẽ yếu hơn nhiều so với các dạng vật chất ấy. Ta sẽ đánh giá cụ thể: Giả sử sự phân bố vật chất trong thiên hà có dạng đơn giản là một hố đen ở tâm có khối lượng  $M_0$ , các sao và khí bụi vũ trụ có mật độ  $\rho_s = \text{const}$  cho tới bán kính  $R_s$  (xem Hình 5).



Hình 5. Một mô hình phân bố vật chất trong thiên hà

Khi đó khối lượng hấp dẫn của lượng vật chất chứa trong hình cầu bán kính  $r < R_s$  sẽ bằng:

$$M_s = M_0 + M_r = M_0 + \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s. \quad (3)$$

Tại biên  $R_s$ , ta có:

$$M_m = M_0 + \frac{4}{3}\pi R_s^3 \rho_s. \quad (4)$$

Từ bán kính này trở đi ( $R > R_s$ ), giả thiết rằng mật độ vật chất giảm theo hàm mũ có dạng:

$$\rho_{sx} = \rho_s e^{-a(R-R_s)/R_s} \quad (5)$$

ở đây  $a$  – là hằng số. Để đơn giản, ta có thể chia thiên hà một cách gần đúng thành những lớp mỏng hình cầu có bề dày tương ứng là  $(R_{i+1} - R_i)$  và giả thiết rằng mật độ vật chất trong phạm vi mỗi lớp này  $\rho_{si+1} \approx \text{const}$ , do đó ta có thể tính được khối lượng của vật chất chứa trong mỗi lớp mỏng đó theo cách thông thường mà không cần phải dùng phép tích phân bội ba phức tạp:

$$M_{si} = \frac{4}{3}\pi(R_{i+1}^3 - R_i^3)\rho_{si+1}. \quad (6)$$

Và do vậy, tổng khối lượng vật chất trong hình cầu bán kính  $R > R_s$  sẽ bằng:

$$M_{sR} = M_0 + \frac{4}{3}\pi \left[ R_s^3 \rho_s + \sum_{i=1} (R_{i+1}^3 - R_i^3) \rho_{si+1} \right]. \quad (7)$$

Ngoài ra, ta cũng giả thiết rằng mật độ của photon  $\rho_{ps} = \text{const}$  trong bán kính  $R_s$ , còn ở ngoài bán kính này cũng giảm theo quy luật hàm mũ theo khoảng cách tới tâm thiên hà từ giá trị  $\rho_{ps} \approx 2 \times 10^{-22} \text{kg/m}^3$  như đã nói ở trên:

$$\rho_{pR} = \rho_{p0} (1 + A e^{-b(R-R_s)/R_s}). \quad (8)$$

ở đây  $A = (\rho_{ps} - \rho_{p0})/\rho_{p0}$  với  $\rho_{p0}$  – là mật độ photon trong không gian giữa các thiên hà;  $b$  – là hằng số. Trong phạm vi thiên hà tập trung chủ yếu các sao và bụi vũ trụ ( $< R_s$ ), photon có mật độ cao hơn so với ngoài không gian giữa các thiên hà là do chúng luôn được sinh ra từ các ngôi sao và giảm dần cường độ theo khoảng cách. Khi đó, tương tự như đối với dạng vật chất vừa xét ở trên, ta cũng có khối lượng hấp dẫn của photon chứa trong hình cầu bán kính  $r < R_s$  ở dạng:

$$M_{ps} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{ps}, \quad (9)$$

Và tại bán kính  $R_s$  là:

$$M_{ps} = \frac{4}{3}\pi R_s^3 \rho_{ps}, \quad (10)$$

Ở phạm vi ngoài bán kính  $R_s$ , ta cũng làm tương tự như đối với các dạng vật chất khác ở trên và do vậy, khối lượng của photon trong hình cầu bán kính  $R$  sẽ là:

$$M_{pR} = \frac{4}{3}\pi \left[ R_s^3 \rho_{ps} + \sum_{i=1} (R_{i+1}^3 - R_i^3) \rho_{psi+1} \right]. \quad (11)$$

Khi đó, có thể tính được tổng lượng vật chất và photon trong hình cầu bán kính  $R$  cũng như lực hướng tâm do tổng khối lượng đó tác động lên một ngôi sao có khối lượng  $M$ .

a) Ở khoảng cách  $r < R_s$

- Từ (3) và (9), ta có tổng khối lượng  $M_{r\Sigma}$ :

$$M_{r\Sigma} = M_s + M_{ps} = M_0 + \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_s + \rho_{ps}), \quad (12)$$

- Lực hướng tâm  $F_{htr}$

$$F_{htr} = \gamma \frac{MM_{r\Sigma}}{r^2} \quad (13)$$

- Lực ly tâm  $F_{lyr}$ :

$$F_{lyr} = \frac{MV_r^2}{r}. \quad (14)$$

- Từ điều kiện cân bằng giữa lực hướng tâm  $F_{htr}$  (13) và lực ly tâm  $F_{lyr}$  (14), ta rút ra được tốc độ quay  $V_r$  của ngôi sao ở bán kính  $r$  đó:

$$V_r = \sqrt{\gamma \frac{M_{r\Sigma}}{r}} = \sqrt{\frac{\gamma}{r} \left[ M_0 + \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_s + \rho_{ps}) \right]}. \quad (15)$$

- b) Ở tại biên  $R_s$

- Từ (4) và (10) ta có tổng khối lượng  $M_{s\Sigma}$ :

$$M_{s\Sigma} = M_s + M_p = M_0 + \frac{4}{3}\pi R_s^3(\rho_s + \rho_{ps}), \quad (16)$$

- Lực hướng tâm  $F_{hts}$ :

$$F_{hts} = \gamma \frac{MM_{s\Sigma}}{R_s^2} \quad (17)$$

- Lực ly tâm  $F_{lys}$ :

$$F_{lys} = \frac{MV_s^2}{R_s}. \quad (18)$$

- Từ điều kiện cân bằng giữa lực hướng tâm  $F_{hts}$  (17) và lực ly tâm  $F_{lys}$  (18), ta rút ra được tốc độ quay  $V_s$  của ngôi sao ở bán kính  $R_s$  đó:

$$V_{Rs} = \sqrt{\gamma \frac{M_{s\Sigma}}{R_s}} = \sqrt{\frac{\gamma}{R_s} \left[ M_0 + \frac{4}{3}\pi R_s^3(\rho_s + \rho_{ps}) \right]}. \quad (19)$$

- c) Ở khoảng cách  $R > R_s$

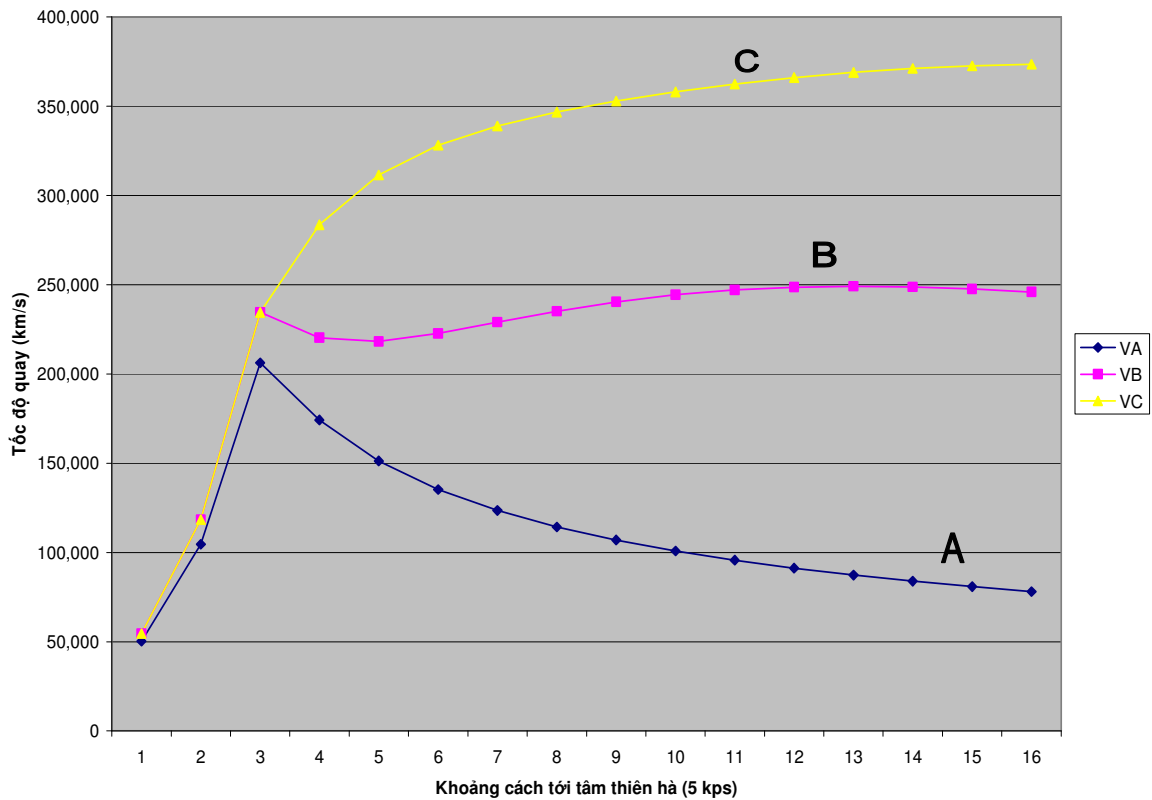
- Từ (7) và (11), tương tự ta có tổng khối lượng  $M_{R\Sigma}$ :

$$M_{R\Sigma} = M_{sR} + M_{pR} = M_0 + \frac{4}{3}\pi \left[ R_s^3(\rho_s + \rho_{ps}) + \sum_{i=1} (R_{i+1}^3 - R_i^3)(\rho_{si+1} + \rho_{psi+1}) \right] \quad (20)$$

và tốc độ quay:

$$V_R = \sqrt{\gamma \frac{M_{R\Sigma}}{R}}. \quad (21)$$

Các kết quả tính toán tốc độ quay của thiên hà được thực hiện bằng máy tính đối với các trường hợp không tính đến khối lượng của photon ( $V_A$ ) và có tính đến khối lượng đó, nhưng với mức phân bố mật độ vật chất và photon khác nhau ta có  $V_B$  ứng với trường hợp khi  $a = 7$ ;  $b = 0,05$  và  $V_C$  ứng với trường hợp khi  $a = 1,5$ ;  $b = 0,035$  trong khi tất cả các thông số khác là như nhau. Trên Hình 6, biểu diễn sự phụ thuộc các tốc độ đó vào khoảng cách.



Hình 6. Đồ thị biến thiên tốc độ quay của thiên hà phụ thuộc vào khoảng cách

Từ đây cho thấy những tính toán lý thuyết có tính đến khối lượng hấp dẫn của photon theo CDM này hoàn toàn phù hợp với các kết quả quan sát thực tế của thiên văn học: Hình dáng đường  $V_B$  ở đây trùng với hình dáng đường  $B$  trên Hình 3a, còn hình dáng đường  $V_C$  ở đây trùng với hình dáng đường  $B$  trên Hình 3b.

### 3. Kết luận

Vậy là đã rõ cái được gọi là vật chất tối đã lộ diện: Đó chính là biển photon tràn ngập trong vũ trụ với mật độ 500 photon/m<sup>3</sup> hay  $\sim 10^{-22}$ kg/m<sup>3</sup> đã khiến các thiên hà quay nhanh hơn một cách lạ thường với những cách thức khác nhau phụ thuộc vào đặc điểm phân bố vật chất cũng như photon trong các thiên hà đó.

Kết quả này một lần nữa khẳng định tính đúng đắn của CDM như là một lý thuyết vật lý thống nhất cho mọi quy mô của vũ trụ: Từ vi mô tới vĩ mô, và ở đây đã giúp loại bỏ 22% cái gọi là “vật chất tối” đã tồn đọng 80 năm nay trong nhận thức của nhân loại.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Wikipedia. Dark matter. [http://en.wikipedia.org/wiki/Dark\\_matter](http://en.wikipedia.org/wiki/Dark_matter)
- [2] Goddard space flight center (NASA). Hidden mass. [http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/teachers/galaxies/imagine/hidden\\_mass.html](http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/teachers/galaxies/imagine/hidden_mass.html)
- [3] Phát hiện sợi vật chất tối. [http://www.khoahoc.com.vn/khampha/vu-tru/40433\\_Phạt-hien-soi-vat-chat-toi.aspx](http://www.khoahoc.com.vn/khampha/vu-tru/40433_Phạt-hien-soi-vat-chat-toi.aspx)

[4] Новиков И.Д. Эволюция вселенной. Москва. “Науки”. 1990.

[5] 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>

[6] Vũ Huy Toàn. Khối lượng của photon.

[http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/09/27\\_khoi-luong-cua-photon.pdf](http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/09/27_khoi-luong-cua-photon.pdf)