

KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA MỘT VẬT TRONG TRƯỜNG HẤP DẪN CẢI TIẾN

Võ Văn Ôn, Phạm Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Kim Tuyền

Trường Đại học Thủ Dầu Một

TÓM TẮT

Trong bài báo cáo này, trước hết chúng tôi trình bày sơ lược về mô hình hấp dẫn véctor và biểu thức lực hấp dẫn cải tiến trong mô hình này. Kế đến, chúng tôi khảo sát chuyển động của một vật thể trong trường hấp dẫn cải tiến này (trường hấp dẫn của Thiên Hà Của Chúng Ta). Kết quả khảo sát số cho thấy: trong vùng hấp dẫn Newton chuyển động của vật thể giống như trong trường hấp dẫn Newton cổ điển, chuyển động của vật thể có nhiều biểu hiện khác biệt trong các vùng vật chất tối, năng lượng tối và vùng hút xa. Trong vùng vật chất tối chuyển động của vật thể đã có biểu hiện khác với vùng Newton và có liên hệ với các đường cong quay phẳng của các Thiên Hà; trong vùng năng lượng tối thì chỉ cần vận tốc bằng 0 thì vật đã thoát khỏi sức hút của Thiên Hà, có một liên hệ thấy được từ điều này với kích thước phổ biến của các thiên hà trong vũ trụ; chuyển động của vật trong vùng hút xa có những nét khá lạ và chưa được hiểu thấu đáo.

Từ khóa: chuyển động, trường hấp dẫn, cải tiến

1. Sơ lược về Mô hình hấp dẫn véctor

Trong mô hình véctor cho trường hấp dẫn [1], trường hấp dẫn được xem là một trường véctor như trường điện từ, trường tương tác yếu, trường tương tác mạnh, nguồn của nó là khối lượng hấp dẫn của vật chất. Cùng với tenxơ năng xung lượng của vật chất, trường véctor này đóng góp để làm cong không thời gian theo phương trình Einstein cải tiến sau :

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - g_{\mu\nu}\Lambda = -\frac{8\pi G}{c^4}T_{Mg,\mu\nu} + \omega T_{g,\mu\nu} \quad (1)$$

Ở đây $T_{Mg,\mu\nu}$ là tenxơ năng – xung lượng của vật chất, $T_{g,\mu\nu}$ là tenxơ năng – xung lượng của trường hấp dẫn, với ω là hằng số mới trong mô hình này, $R_{\mu\nu}$ là tenxơ độ cong Riemann của không thời gian, R là độ cong vô hướng của không – thời gian, $g_{\mu\nu}$ tenxơ mêtric của không – thời gian, Λ là hằng số vũ trụ. Với phương trình

Einstein cải tiến (1), mô hình này tìm lại được tất cả các kết quả kinh điển của Thuyết tương đối tổng quát của Einstein, cho một lý giải khác về sự giãn nở tăng tốc của vũ trụ, tính đúng mật độ năng lượng vũ trụ [2]... Bài báo này khảo sát chuyển động của một vật trong trường lực hấp dẫn cải tiến.

2. Sơ lược về lực hấp dẫn cải tiến của mô hình hấp dẫn véctor

Từ Mô hình hấp dẫn véctor, ta tìm được biểu thức của lực hấp dẫn cải tiến do 1 vật có khối lượng M tác dụng lên một vật có khối lượng m như sau: $F_g = F_V + F_N$

Với: $F_V \equiv -\frac{GMmb}{r} \sin br$ gọi là lực

hấp dẫn vacuum; $F_N \equiv -\frac{GMm}{r^2} \cos br$ gọi

là lực hấp dẫn Newton

Với lực hấp dẫn này vùng không gian quanh mỗi thiên hà M chia thành 4 vùng từ tâm ra như sau:

- Vùng Newton: Khi $br \ll 1$, ta có: $\sin br \approx 0$, $\cos br \approx 1$ vì vậy $F_V \ll F_N$. Ta thấy rằng: $\mathbf{F}_g = \mathbf{F}_N = -\frac{GMm}{r^2}$

Ta trở về trường hợp Newton cổ điển.

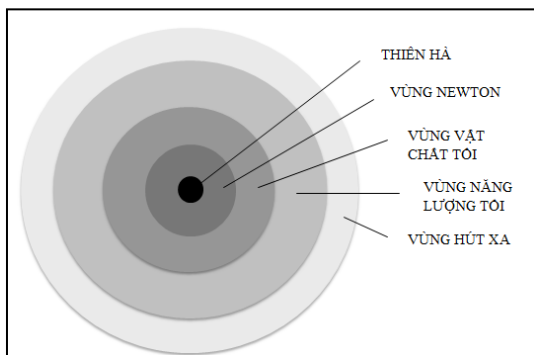
- Vùng vật chất tối: Khi $br \approx \frac{\pi}{2} \pm \varepsilon$ với $\varepsilon \ll 1$ ta có: $\sin br \approx 1$,

$\cos br \approx 0$ vì vậy $F_V \gg F_N$. Do đó:

$$\mathbf{F}_g = \mathbf{F}_V = -\frac{GMmb}{r}$$

- Vùng năng lượng tối: Khi $|\cos br| > \sin br$ hay $br > \pi$, F_N thay đổi dấu, trở thành lực đẩy. Ta có $|\mathbf{F}_N| > \mathbf{F}_V$ hay cả F_N và F_V đều trở thành những lực đẩy.

- Vùng hút xa: Khi br lớn hơn nữa, F_V và F_N thay đổi dấu một lần nữa và trở thành các lực hút, ta gọi vùng này là vùng hút xa



Hình 1: Minh họa các vùng không gian quanh mỗi Thiên Hà

Phương trình chuyển động của vật m trong trường hấp dẫn Newton cải tiến xét trong hệ tọa độ cực là:

$$r'' = -\frac{GMb}{r} \sin br - \frac{GM}{r^2} \cos br + \frac{h^2}{r^3} \quad (3).$$

Ở đây: M là khối lượng của Thiên hà của chúng ta, h là mômen động lượng quỹ đạo trên một đơn vị khối lượng của vật thể, b là một hằng số mới trong mô hình, tính cho các thiên hà $b \sim 3.10^{-21} \text{ m}^{-1}$

3. Khảo sát số chuyển động của một vật trong trường hấp dẫn cải tiến bằng Maple

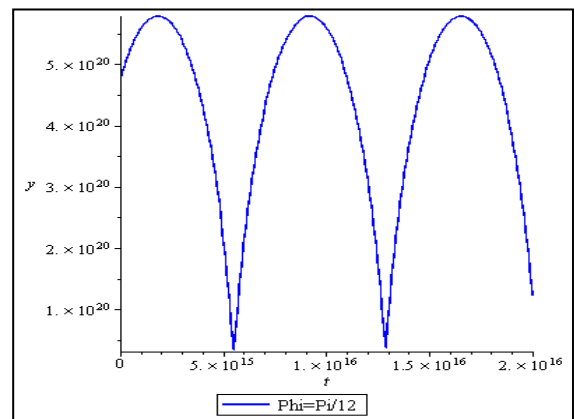
3.1. Trong vùng Newton

3.1.1. Vật có vận tốc ném nhỏ hơn vận tốc vũ trụ cấp 1 của Thiên hà.

Vận tốc vũ trụ cấp 1 của thiên hà được tính bằng công thức:

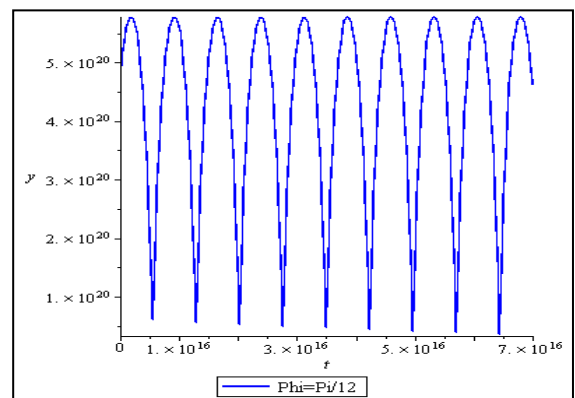
$$v_I = \sqrt{\frac{GM}{r}} = 167709 \text{ m/s}$$

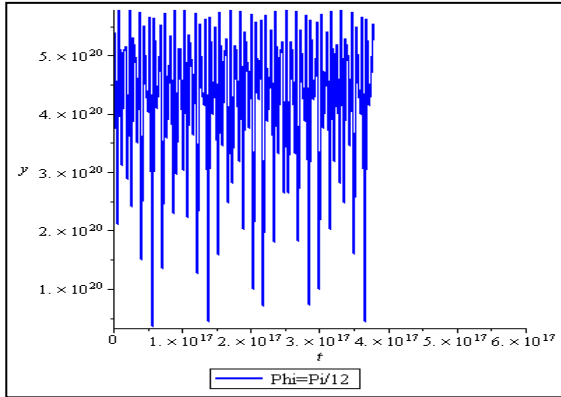
Ở đây, M là khối lượng của Thiên Hà của chúng ta, h là mômen động lượng quỹ đạo trên một đơn vị khối lượng của vật thể, b là một hằng số mới trong mô hình, tính cho các thiên hà $b \sim 3.10^{-21} \text{ m}^{-1}$.



Hình 2: Vật thể bị rơi trở lại thiên hà khi vận tốc nó nhỏ hơn vận tốc vũ trụ cấp 1 của Thiên Hà

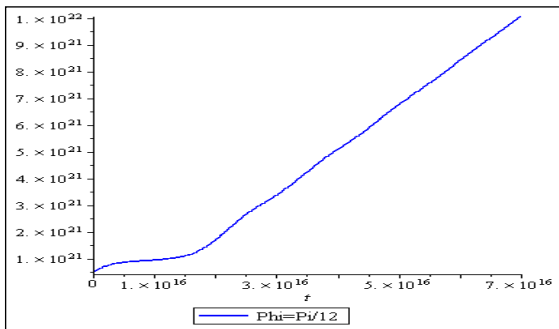
3.1.2. Vật có vận tốc ném $v_I \leq v_0 < v_{II}$





Hình 3: Vật thể thoát khỏi thiên hà với vận tốc cỡ vận tốc vũ trụ cấp 1

3.1.3. Vật có vận tốc ném $v_{II} \leq v_0 < v_{III}$

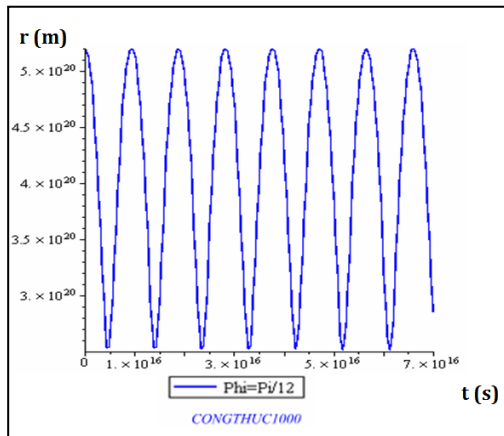


Hình 4: Vật thể cũng thoát khỏi sức hút của Thiên Hà

3.2. Trong vùng vật chất tối

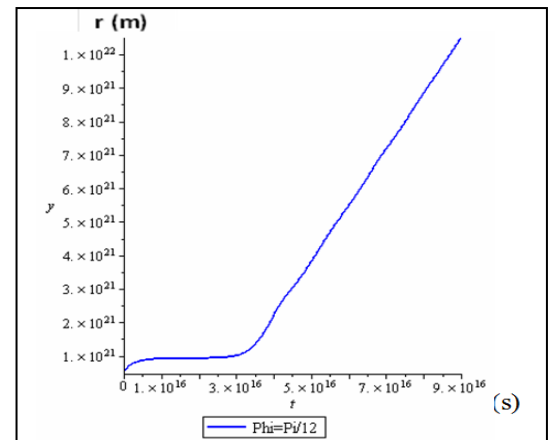
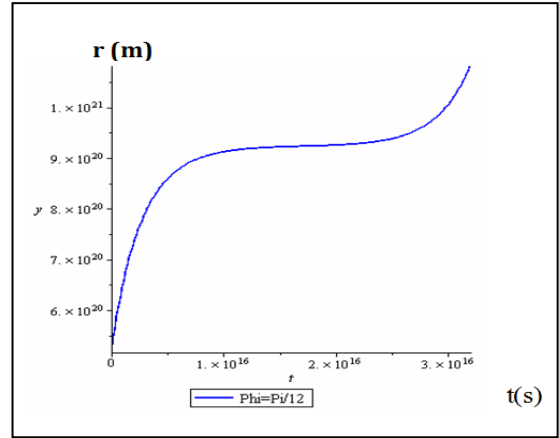
Chuyển động của vật thể trong vùng này bắt đầu có những nét khác biệt khi vận tốc ban đầu của vật khác không. Ta thấy được từ các đồ thị hình 5, 6 và 7.

3.2.1. Vật có vận tốc bằng 0



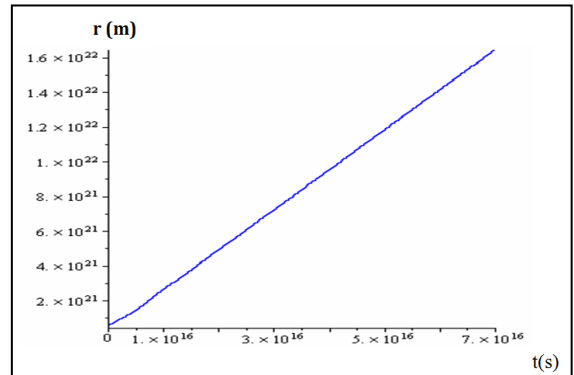
Hình 5: Vật thể còn chịu chi phối của thiên hà

3.2.2. Vật có vận tốc nhỏ hơn vũ trụ cấp I



Hình 6. Chuyển động của vật thể khi vận tốc khác không có biểu hiện khác biệt, vật thể chuyển động gần như tròn sau đó thoát ra khỏi sức hút Thiên Hà

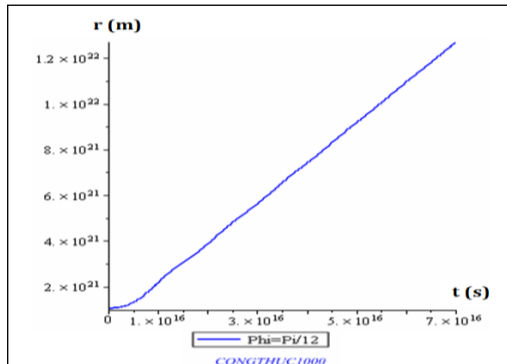
3.2.3. Vật có vận tốc vũ trụ cấp II



Hình 7. Vật thể nhanh chóng thoát khỏi sức hút của Thiên hà.

3.3. Trong vùng năng lượng tối

Trong vùng này các lực đẩy hấp dẫn trở thành lực đẩy hấp dẫn nên vật thể bị đẩy nhanh chóng khỏi Thiên hà từ khi vận tốc nó là zêrô như đồ thị hình 8.

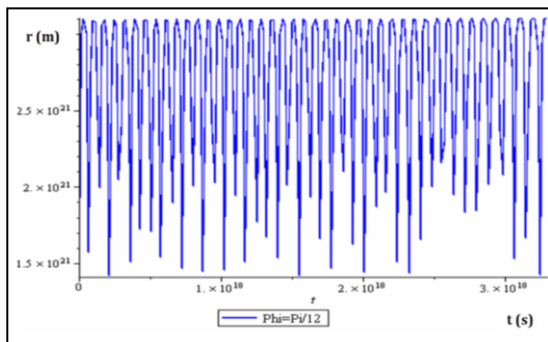


Hình 8: Vật thể thoát khỏi thiên hà ngay từ vận tốc zero

3.4. Trong vùng hút xa

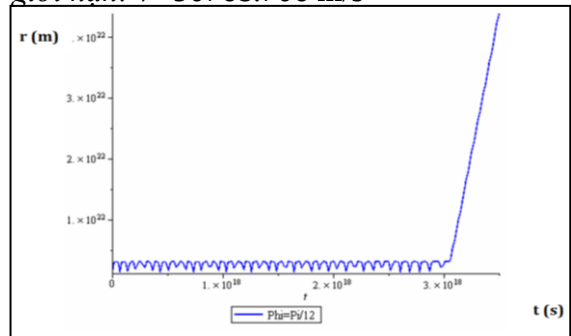
Trong vùng này biểu thức lực hấp dẫn lại đổi dấu thành lực hút nhưng khoảng cách thì rất xa tâm thiên hà. Có những biểu hiện khác biệt so với chuyển động của vật trong vùng Newton như: tồn tại một vận tốc giới hạn nhỏ hơn vận tốc vũ trụ cấp 1 của thiên hà mà vật thể còn bị giữ lại quanh thiên hà, lớn hơn vận tốc này, vật thể sớm hay muộn cũng thoát khỏi Thiên hà, cách chuyển động của vật quanh Thiên hà có nhiều nét rất lạ so với bình thường, nhiều điểm cần nghiên cứu sâu thêm mới hiểu được. Chuyển động trong vùng này minh họa qua các đồ thị hình 9, 10 và 11.

3.4.1. Vật có vận tốc nhỏ hơn vận tốc giới hạn : $v = 90768.706 \text{ m/s}$

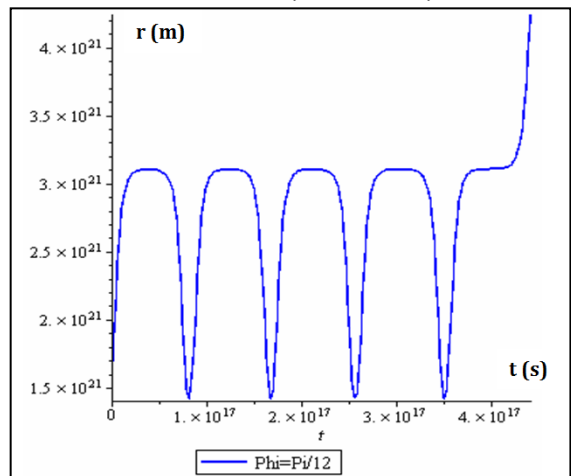


Hình 9: Vật thể chuyển động theo quỹ đạo elip và bị giới hạn

3.4.2. Vật có vận tốc lớn hơn vận tốc giới hạn: $v = 90768.706 \text{ m/s}$

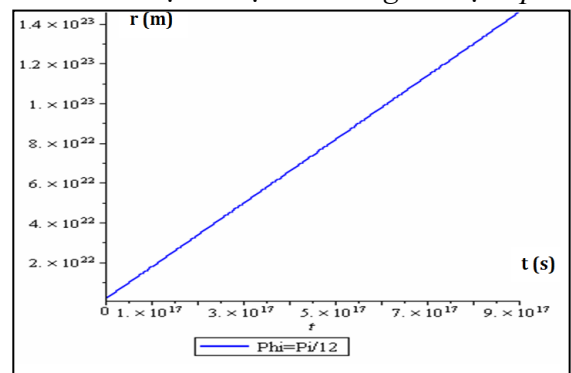


Hình 10: Vật thể thoát khỏi thiên hà khi có vận tốc lớn hơn vận tốc tới hạn



Hình 11: Vật có chuyển động khá lạ rồi mới thoát khỏi Thiên Hà

3.4.3. Vật có vận tốc bằng vũ trụ cấp 1.



Hình 12: Vật nhanh chóng thoát khỏi Thiên hà với vận tốc vũ trụ cấp 1.

4. Bàn luận kết quả thu được

Với câu lệnh tương đối đơn giản của Maple 17, chúng tôi cũng thu được các

thông tin cơ bản về chuyển động của một vật thể trong trường thế hấp dẫn cải tiến. Với những khoảng cách từ tâm thiên hà nhỏ trong vùng Newton, chuyển động của vật thể giống như trong thế Newton cổ điển, khi khoảng cách tăng dần, qua các vùng vật chất tối, năng lượng tối và hút xa, chuyển động của vật khác biệt với chuyển động trong vùng Newton và có nhiều nét rất lạ cần được nghiên cứu thêm nữa. Các biểu hiện khác biệt này trong vùng vật chất tối gần giống với thực tế chuyển động

của các sao quanh các Thiên hà biểu hiện ở đường cong quay phẳng của các thiên hà. Chuyển động của vật trong vùng năng lượng tối có một liên hệ với kích thước phổ biến của hầu hết các thiên hà trong vũ trụ của chúng ta cỡ 100 ngàn năm ánh sáng. Cách chuyển động trong vùng hút xa chưa tìm được dữ liệu quan sát để minh họa. Do hạn chế về thời gian và điều kiện nghiên cứu, các nét khác biệt này sẽ được tìm hiểu kỹ hơn trong một bài báo khác sau này.

MOVEMENT SURVEY OF AN OBJECT IN IMPROVED GRAVITY FIELD

Vo Van On, Pham Thi Thu Ha, Nguyen Thi Kim Tuyen

Thu Dau Mot University

ABSTRACT

In this paper, firstly we present briefly to the Vector model of gravitational field and the modified expression of gravitational force. Then we study the motion of an object in the modified field (the modified gravitational field of Milky Way). Results of numerical study indicated that: in Newtonian region, the motion of the object is the same with classical motion. In dark matter region, the motion of the object is different to classical motion. In dark energy region, the object escapes the attract of galaxy even from zero velocity. The motion of the object is strange in distance- attracted region.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vo Van On, A vector model for gravitational field, Tạp chí Phát Triển Khoa học và Công nghệ, tập 9 (4), trang 5-11, 2006.
- [2] Võ Văn Ôn (2009), “Một mô hình vectơ cho trường hấp dẫn”, luận án tiến sĩ vật lý, Thư viện Khoa học Tổng hợp TP.HCM; Thư viện Trường Đại học Thủ Dầu Một.
- [3] Vo Van On, Absence of singularity in Schwarzschild metric in the vector model for gravitational Field, Tạp chí Communications in Physics, vol.18, n.3, pp.175-184 , 2008.
- [4] Vo Van On, Some interesting properties of white hole in the vector model for gravitational field, Proceeding of the 36th national conference on theoretical physics, Quy Nhon, August 1-4, page 56-61. Tuyển tập báo cáo của hội nghị quốc tế về thiên văn hấp dẫn lần thứ 10, Quy Nhon, 12-2011.
- [5] Richard Fitzpatrick, Newtonian Dynamics, The University of Texas at Austin (online).
- [6] Trần Quốc Hà, Thiên văn học đại cương, Trường Đại học Sư phạm TP.HCM