

HỆ QUI CHIẾU QUÁN TÍNH VÀ CÁC LỰC PHI QUÁN TÍNH

Trần Quốc Hà¹

1. Mở đầu

Newton khi xây dựng ba định luật cơ học nổi tiếng của mình đã đưa ra khái niệm về hệ qui chiếu quán tính. Đó là hệ qui chiếu mà trong đó ba định luật Newton được nghiệm đúng. Mọi hệ qui chiếu đứng yên hay chuyển động thẳng đều với hệ qui chiếu quán tính đều là hệ qui chiếu quán tính. Vậy, có tồn tại một hệ qui chiếu quán tính ban đầu để so sánh?

Ở thời đại Newton, người ta quan niệm Vũ trụ gồm Hệ Mặt trời với Mặt trời đứng yên tại tâm, các hành tinh chuyển động xung quanh và phía xa là bầu trời sao bất động. Luôn luôn có thể dựng được một hệ qui chiếu có tâm là Mặt trời (đúng ra là tâm quán tính của Hệ Mặt trời) và ba trục hướng tới ba ngôi sao bất kỳ. Hệ này tự thân không cần so sánh bất kỳ cái gì cũng luôn đứng yên, nó luôn là hệ qui chiếu quán tính. Chính vì vậy người ta nói cơ học Newton vừa mang tính tương đối (chuyển động có tính so sánh) vừa mang tính tuyệt đối.

Cùng với sự phát triển của thiên văn, người ta hiểu Mặt trời cũng chỉ là một ngôi sao bình thường trong Vũ trụ bao la. Mặt trời quay quanh tâm Ngân hà và Ngân hà đang chạy ra xa khỏi các thiên hà khác do Vũ trụ đang giãn nở. Như vậy không có sự đứng yên tuyệt đối dành cho Mặt trời. Chuyển động có gia tốc là chuyển động phổ biến trong vũ trụ. Thật khó kiếm một hệ qui chiếu quán tính tự thân. Trong khi đó các định luật Newton chỉ nghiệm đúng cho các hệ qui chiếu quán tính. Vậy làm sao để vận dụng các định luật Newton về hình thức?

Điều này đã được giải quyết bằng cách đưa ra khái niệm hệ qui chiếu phi quán tính và lực quán tính. Tuy nhiên, vì lực quán tính không phải lực thật nên người ta ngần ngại khi sử dụng nó trong sách vật lý phổ thông. Chính điều này gây nên sự lẫn lộn và khó khăn trong việc hiểu và sử dụng hệ qui chiếu phi quán tính trong dạy và học vật lý.

2. Hệ qui chiếu phi quán tính và lực quán tính

2.1. Định nghĩa

Xét hệ qui chiếu O' chuyển động với gia tốc \vec{a}_0 so với hệ qui chiếu quán tính O .

Hệ qui chiếu O' được gọi là hệ qui chiếu phi quán tính.

¹ ThS. – Trường ĐHSP TP. HCM

Xét vật có khối lượng m chuyển động với gia tốc \vec{a}' trong hệ O' . Khi đó, so với hệ O theo nguyên lý Galillee ta có gia tốc \vec{a} của vật trong hệ O như sau:

$$\vec{a} = \vec{a}_0 + \vec{a}'$$

Nhân 2 vế với m và chuyển đổi như sau:

$$m\vec{a} - m\vec{a}_0 = m\vec{a}' \quad (1)$$

Trong hệ quán tính O ta có:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Giả sử đặt $-m\vec{a}_0 = \vec{F}_{\text{nào đó}}$ thì ta có thể viết (1) là:

$$\vec{F} + \vec{F}_{\text{nào đó}} = m\vec{a}'$$

$$\text{hay } \sum \vec{F} = m\vec{a}' \quad (2)$$

Công thức (2) về hình thức chính là định luật hai Newton cho hệ phi quán tính O'

Như vậy, nếu công nhận có lực $\vec{F}_{\text{nào đó}}$ thì trong hệ phi quán tính O' có thể sử dụng định luật Newton. Lực này được gọi là lực quán tính (hay còn gọi là lực quán tính kéo theo). Công thức (2) được viết lại là:

$$\vec{F} + \vec{F}_{\text{qt}} = m\vec{a}'$$

Tính chất của lực quán tính:

$$\vec{F}_{\text{qt}} = -m\vec{a}_0$$

- Lực quán tính chỉ xuất hiện trong hệ phi quán tính.
- Lực quán tính không phải là tương tác thực nên còn bị coi là giả lực (pseudoforces). Nhưng lực này không thể bỏ qua nếu muốn áp dụng định luật Newton trong hệ phi quán tính.
- Lực quán tính tỷ lệ với khối lượng vật (đây là tính chất quan trọng mà Einstein đã vận dụng để phát biểu nguyên lý tương đương).
- Lực quán tính không có phản lực.

Một số sách cũ muốn tránh né hệ phi quán tính thường thay lực quán tính bằng lực khác tương đương trong hệ quán tính nhưng ngược chiều.

3. Áp dụng cho trái đất

Xét bài toán cơ học cho một vật trên trái đất. Hệ qui chiếu đặt trên bề mặt Trái đất không phải là hệ qui chiếu quán tính vì hai lý do:

- Trái đất tự quay quanh trục.
- Trái đất quay quanh mặt trời

Khi đó, xét chuyển động của vật ta sẽ thấy xuất hiện các lực quán tính. Có hai trường hợp sau:

- Vật đứng yên trên bề mặt trái đất: sẽ chịu tác dụng của lực ly trục quán tính (một số sách gọi là lực ly tâm quán tính)
- Vật chuyển động với vận tốc \vec{v} : ngoài lực trên vật còn chịu tác động của lực Coriolis.

Xét bài toán lực Coriolis

Lực Coriolis là lực quán tính được tên theo nhà bác học Pháp Coriolis. Lực giải thích các hiện tượng xói mòn bờ sông về phía tay phải dòng chảy ở bắc bán cầu khi chảy theo kinh tuyến Trái đất; sự lệch về phía đông của vật tự do, gió mùa đông bắc, tây nam... Dưới đây ta sẽ minh họa hướng tác động của lực Coriolis trong các trường hợp cụ thể.

Bài toán lực Coriolis

Lực Coriolis tác động lên vật đang chuyển động trên bề mặt trái đất do trái đất chuyển động quay quanh trục

$$\vec{F}_c = -2m[\vec{\omega} \times \vec{v}]$$

Trong đó: \vec{F}_c : lực Coriolis.

m: khối lượng của vật

$\vec{\omega}$: Vận tốc góc của Trái Đất do Trái đất chuyển động quay.

\vec{v} : Vận tốc chuyển động của vật.

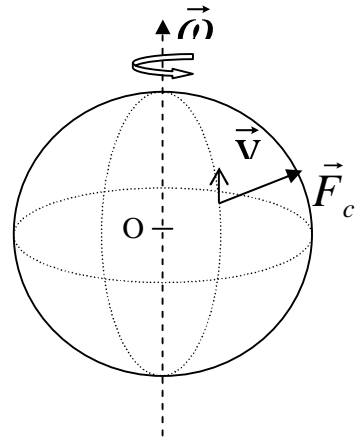
Xét bán cầu bắc:

1. Chuyển động theo kinh tuyến:

a. Từ xích đạo về cực:

Lực Coriolis hướng về phía đông

(Tức lệch sang phải hướng người chuyển động.)

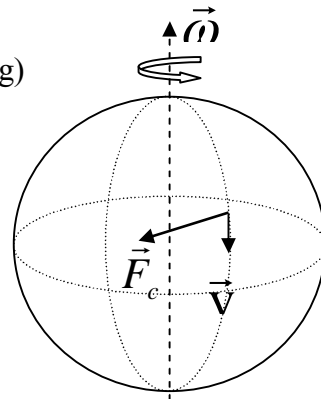


Hình 1

b. Từ cực về xích đạo:

Lực hướng về phía tây

(Tức lệch sang phải hướng người chuyển động)

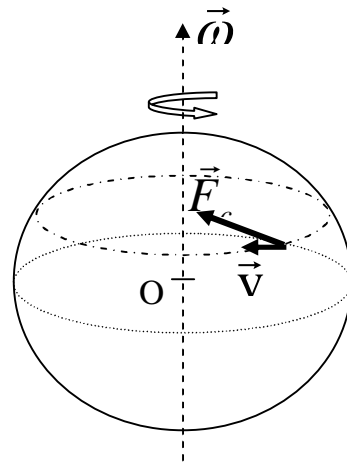


Hình 2

2. Chuyển động theo vĩ tuyến:

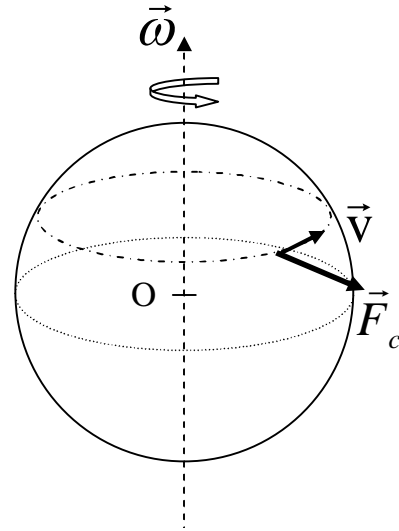
a. Từ đông sang tây:

Lực hướng vào lòng trái đất



Hình 3

- b. Từ tây sang đông:
 Lực hướng ra ngoài trái đất.

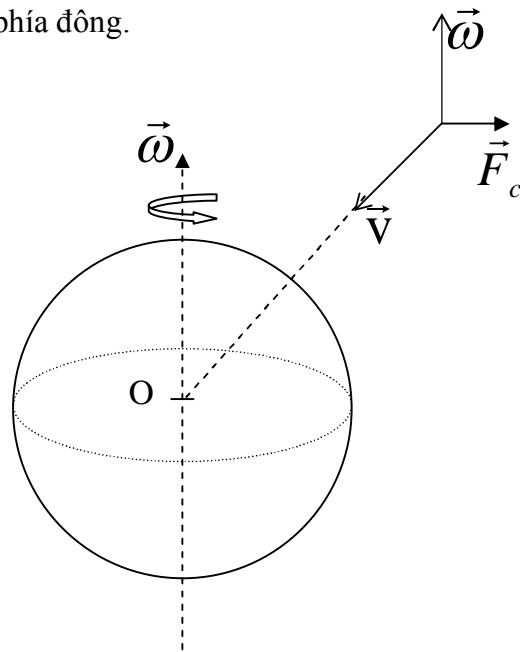


Hình 4

3. Chuyển động của vật theo phương trọng trường:

- a. Rơi tự do:

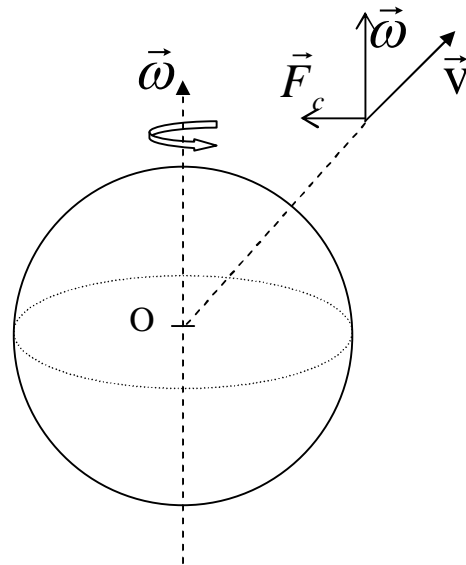
Lực hướng vật rơi lệch về phía đông.



Hình 5

b. Vật ném lên không trung:

Lực hướng vật lệch về phía tây.



Hình 6

4. Kết luận

Nhờ đưa vào khái niệm lực quán tính người ta có thể giải thích được rất nhiều vấn đề cuộc sống. Ngay nhà bác học thiên tài Einstein cũng nhận thấy vai trò của lực quán tính, từ đó rút ra nguyên lý tương đương để xây dựng thuyết tương đối rộng vĩ đại của mình. Trong khuôn khổ bài báo này tác giả nhấn mạnh đến lực Coriolis nhằm giải đáp những câu hỏi giáo viên khi dạy địa lý 10, vì trong sách địa lý lớp 10 nâng cao chỉ đề cập đến một trường hợp của lực Coriolis (chuyển động theo kinh tuyến). Vấn đề khó khăn đối với giáo viên là tính toán hướng của lực vì đó là tích vectơ của hai vectơ: vectơ vận tốc góc của trái đất và vận tốc dài của vật. Bằng hình vẽ minh họa cho thấy hướng của lực Coriolis trong các trường hợp cụ thể: Chuyển động theo kinh tuyến, vĩ tuyến và theo đường trọng trường của trái đất.

Vấn đề về lực quán tính sẽ còn được tác giả đề cập trong các số báo sau nhằm giúp giáo viên và sinh viên hiểu rõ khái niệm trọng lượng và hiện tượng tăng giảm trọng lượng, v.v...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lương Duyên Bình (chủ biên) (1999), *Vật lý đại cương tập 1*, NXB Giáo dục
- [2]. Nguyễn Thế Khôi (Tổng chủ biên) (2002), *Vật lý 10*; NXB Giáo dục
- [3]. Nguyễn Hữu Minh (chủ biên) (1999), *Cơ học*, NXB Giáo dục.
- [4]. Lê Thông (Tổng chủ biên) (2006), *Địa lý 10 nâng cao*, NXB Giáo dục
- [5]. Trần Quốc Trân (1997), *Giáo trình vật lý đại cương Cơ nhiệt I, quyển I*, Tủ sách Đại học đại cương Tp HCM
- [6]. L.D.Landau, A.I. Kitaigorodski (2001), *Vật lý đại chúng*, NXB KH&KT
- [7]. Halliday, Resnick, Krane (1992), *Physics*, 4th ed, JohnWiley& Sons, Inc.
- [8]. X.P.Strencop (1975), *Cơ học*, NXB Khoa học (bản tiếng Nga) .

Tóm tắt

Gần đây, khái niệm hệ qui chiếu phi quán tính và lực quán tính đã được đưa vào chương trình vật lý và địa lý phổ thông. Tuy nhiên, việc giảng dạy và vận dụng còn khá nhiều lúng túng. Đây là bài viết giúp người đọc hiểu rõ hơn về vấn đề này.

Abstract**The noninertial Frames and inertial (pseudoforces) forces**

The concepts of noninertial frames and inertial (pseudoforces) forces have recently been added to the high schools chemistry curriculum. However, there are still problems concerning the teaching and application of these concepts. This article will give more information about them.