

BẢN CHẤT LỰC QUÁN TÍNH

Vũ Huy Toàn

Công ty CONINCO-MI, Email: vuhuytoan@conincomi.vn

Tóm tắt

Cho đến nay, mặc dù vật lý học được xem là đã tiến những bước dài trong việc tìm hiểu bản chất các lực cơ bản của tự nhiên nhằm tiến tới thống nhất chúng, nhưng bản chất của lực quán tính vẫn còn là một ẩn số. Trên cơ sở phân tích hiện tượng quán tính theo quan điểm “tồn tại phụ thuộc lẫn nhau” của Đạo Phật và của Chủ nghĩa Duy vật biện chứng có tính đến đặc tính véctơ của động năng, tác giả đã chứng minh một cách rõ ràng sự tồn tại thực sự của lực quán tính chứ không phải là “ảo” như bấy lâu nay vẫn quan niệm. Về thực chất, bản chất của “lực quán tính” đã được khám phá: nó là kết quả “phản ứng” của cả vũ trụ với tác động lên vật đã gây ra gia tốc chuyển động cho nó. “Kẻ dấu mặt” này cuối cùng cũng đã lộ diện nhờ “khối lượng quán tính phụ thuộc” chứ không phải chỉ là theo “nguyên lý Mach” với cái gọi là “trường quán tính” mang tính nhân tạo, không có trong thực tế.

Từ khoá: Lực quán tính, lực ly tâm, chuyển động theo quán tính.

I. XUẤT PHÁT ĐIỂM

Cho đến nay, mặc dù vật lý học được xem là “đã tiến những bước dài” trong việc tìm hiểu bản chất các lực cơ bản của tự nhiên nhằm tiến tới thống nhất chúng, nhưng “lực quán tính” vẫn còn là một “cái gai” trong con mắt những người thật sự yêu thích vật lý, bởi bản thân quan niệm về sự tồn tại của nó ngay từ buổi “bình minh” cho tới nay không nhất quán, gây quá nhiều tranh cãi [1, 2, 3].

Hãy xem quan điểm của Newton về lực này:

“Một lực bẩm sinh của vật chất là khả năng chống đỡ vốn có của nó mà nhờ đó bất kể một vật thể riêng rẽ nào cũng đều tự mình duy trì trạng thái đứng yên hay chuyển động thẳng đều... Do quán tính mà đối với bất kể một vật nào cũng đều không dễ đưa nó ra khỏi trạng thái đứng yên hay chuyển động. Cho nên “lực bẩm sinh” này lẽ ra phải được gọi thẳng tuột ra là “lực quán tính”. Lực này được vật thể hiện duy nhất khi có một lực khác đặt lên nó gây nên sự thay đổi trạng thái của nó. Sự thể hiện của lực này có thể được xem xét theo hai cách: vừa là sự chống đỡ, vừa là sự tấn công. Như là sự chống đỡ vì vật chống lại lực tác động lên nó khi cố duy trì trạng thái của mình; như là sự tấn công vì cũng vật thể đó ra sức làm thay đổi trạng thái của vật cản khi một cách khó khăn để khắc phục lực chống trả của vật cản này. Sự chống đỡ thường đặc trưng cho các vật đứng yên, còn sự tấn công – cho các vật chuyển động.”[4]

Như vậy, với Newton “lực quán tính” là lực “thật” hoàn toàn, chỉ có điều nó chỉ có nguyên nhân “tự nó” – là một quan niệm điển hình về tính “tồn tại tự thân” của

vạn vật trong tự nhiên! Tuy nhiên, hậu thế đa phần không muốn chấp nhận cách giải thích này, vì cho rằng lực chỉ là độ đo của tương tác cơ học, mà đã là “tương tác” thì phải có ít nhất từ hai vật thể trở lên và vì không có vật khác để tương tác thì đương nhiên không có vật để đặt lực phản tác động lên theo định luật 3 Newton, nên người ta chỉ có thể coi nó là lực “ảo” – lực quán tính được xem như một ngoại lệ không tuân theo định luật 3 Newton. Tuy nhiên, cho dù phủ nhận tính “tự thân” của lực quán tính, nhưng Vật lý vẫn không thoát khỏi “vòng kim cô” của tính “tồn tại tự thân” bởi chính khái niệm “khối lượng quán tính” được hiểu như là “cái tự có” của riêng vật thể, hay “lượng vật chất chứa trong vật thể” cũng vậy – xét cho cùng cũng chỉ là một động thái nửa vờ: một khi vật đã “tự có” khối lượng quán tính thì mặc nhiên nó phải “tự có” quán tính, tức là “tự mình” sinh ra “lực quán tính” chứ còn sao nữa?

Hơn thế nữa, “tránh vỏ dưa lại gặp vỏ dừa”: mặc dù người ta chỉ chấp nhận nó như một lực “biểu kiến” với nghĩa là để hợp thức hoá định luật 2 Newton trong HQC phi quán tính thuần túy về phương diện toán học, nhưng thật ra, họ đã phạm phải hai sai lầm nghiêm trọng trong nhận thức lô-gíc, cụ thể là:

- Thứ nhất, nếu không phải là lực “thật” mà chỉ là “biểu kiến” thuần túy toán học thì làm sao nó có thể “cân bằng” được với lực “thật” như lực hướng tâm trong chuyển động của vệ tinh trên quỹ đạo Trái Đất? Vệ tinh là “thật”, lực hấp dẫn của Trái Đất lên nó cũng là “thật”, vậy làm sao mà chỉ bằng ý nghĩ chủ quan của con người đưa ra một lực “biểu kiến” nào đó bằng mấy cái hình vẽ mà có thể “tương tác” được với thế giới “thật” ấy đây? Chẳng thà thừa nhận quan điểm của Newton, hay nói rằng đó là một lực mà chúng ta chưa lý giải được nguồn gốc thì có lẽ còn có lý hơn, giống như đối với vật chất tối chẳng hạn?

- Thứ hai, khi viết định luật 2 Newton cho một vật chuyển động trong HQC quán tính dưới tác động của một lực tổng hợp:

$$\sum_i \mathbf{F}_i = m\mathbf{a}, \quad (1)$$

người ta đã thực hiện việc định nghĩa khái niệm “lực”: đại lượng gây nên gia tốc chuyển động cho vật gọi là “lực” tác động lên vật ấy; lực ấy sẽ bằng 0, khi gia tốc chuyển động của vật bằng 0. Ở đây ta ký hiệu m – là “khối lượng quán tính” của vật theo vật lý hiện hành (còn gọi là “khối lượng quán tính tự thân”). Tiếp theo, người ta chuyển đại lượng ở vế phải của biểu thức (1) qua vế trái:

$$\sum_i \mathbf{F}_i - m\mathbf{a} = 0 \quad (2)$$

rồi ký hiệu:

$$-m\mathbf{a} = \mathbf{F}_{qt} \quad (3)$$

và gọi nó là “lực quán tính”, nhờ đó có thể viết lại (2) thành ra:

$$\sum_i \mathbf{F}_i + \mathbf{F}_{qt} = 0. \quad (4)$$

Nếu ký hiệu:
$$\sum_j \mathbf{F}_j = \sum_i \mathbf{F}_i + \mathbf{F}_{qt}, \quad (5)$$

ta viết lại (4) ở dạng:
$$\sum_j \mathbf{F}_j = 0. \quad (6)$$

Phương trình (6) còn được gọi là nguyên lý d’Alambert [5]. Lúc này nó vẫn mang ý nghĩa là tổng hợp lực tác động lên vật bằng không, chỉ có điều là không biết nó sẽ đúng trong HQC nào bây giờ? Vì trong HQC quán tính để viết phương trình (1) thì vật lại đang chuyển động với gia tốc \mathbf{a} dưới tác động của lực $\mathbf{F} \neq 0$ mất rồi? Còn nếu xét trong HQC gắn với vật, thì tất nhiên vật được coi là đang đứng yên! “Mà đã đứng yên thì tổng hợp lực tác động lên vật tất phải bằng không?” – “Ý nghĩ lành mạnh” mách bảo như vậy! Và thế là (4) lại có thể coi là được viết trong HQC phi quán tính gắn với vật đang chuyển động (!?). Từ đây dường như đã có “cơ sở” để suy diễn tiếp: phàm là tổng hợp lực đã bằng không mà vật đứng yên thì có nghĩa là nếu tổng hợp lực này mà khác không, thì nó phải gây nên gia tốc cho vật? Nhưng điều này thì có khác gì định luật 2 Newton được viết trong HQC quán tính đâu? Tức là tương tự như biểu thức (1), chỉ thay vế trái bằng tổng hợp lực (5), ta được:

$$\sum_j \mathbf{F}_j = m\mathbf{a}', \quad (7)$$

ở đây \mathbf{a}' – là gia tốc chuyển động của vật thể trong HQC phi quán tính đó.

Chính vì vậy, có thể xem như đây là một “ảo thuật toán học”: chỉ bằng vào việc chuyển về một số hạng từ phải qua trái mà không lẽ hợp thức được một phương trình vốn chỉ đúng trong HQC quán tính mà thành ra đúng trong cả HQC phi quán tính nữa sao? Đừng nên quên rằng cả (4), cả (7) đều chỉ đúng trong HQC quán tính, vì đều là hệ quả của (1) mà thôi! Phương trình (4) nhận được từ (1) bằng cách chuyển về số hạng, còn phương trình (7) – thực chất bằng cách cộng thêm vào phương trình (6) (mà thực ra vẫn là (4)) một số hạng $m\mathbf{a}'$ ở cả hai vế của nó:

$$m\mathbf{a}' + \sum_i \mathbf{F}_i = m\mathbf{a}', \quad (8)$$

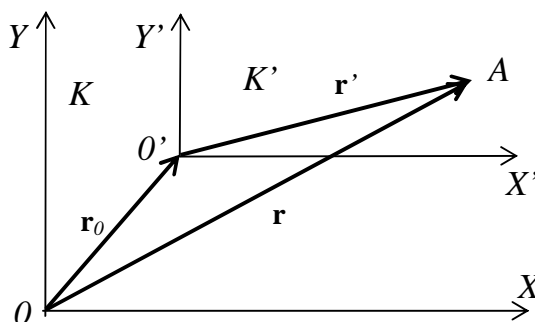
và rồi tùy tiện tự gán cho số hạng ấy có tư cách là một “lực” nào đó trong HQC phi quán tính:

$$m\mathbf{a}' = \mathbf{F}' \quad (9)$$

giống như (1) để đưa nó vào trong tổng (6) với các số hạng có chỉ số dưới được đặt là j mà quên khuấy mất điều kiện để áp dụng (1) đã không còn nữa và tổng (6) luôn

bằng 0 do chính định luật (1) quy định, nên đây có đưa thêm một số hạng nữa vào như ở (8) cũng chẳng ích gì: $m\mathbf{a}' = m\mathbf{a}'$ thì để làm gì? Hơn thế nữa, căn cứ vào (1) hay (9) cũng chưa biết được bản chất vật lý của các lực này là gì cả?

Còn một cách nữa để đưa “lực quán tính” vào HQC phi quán tính là sử dụng cách biến đổi tọa độ theo nguyên lý tương đối Galileo [6]. Giả sử có 2 HQC là K và K' như trên Hình 1, trong đó K – là HQC quán tính, còn K' – là HQC phi quán tính.



Hình 1. Tọa độ điểm A trong hai HQC

Trong HQC K , có thể viết phương trình tọa độ của điểm A:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}' + \mathbf{r}_0. \quad (10)$$

Đạo hàm cả hai vế theo thời gian ta được quan hệ về gia tốc:

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}' + \mathbf{a}_0. \quad (11)$$

Từ đây có thể xác định gia tốc chuyển động của chất điểm A trong HQC K' bằng cách chuyển về các số hạng tương ứng của tổng (11):

$$\mathbf{a}' = \mathbf{a} - \mathbf{a}_0. \quad (12)$$

Bằng cách nhân cả hai vế của (12) với khối lượng quán tính m :

$$m\mathbf{a}' = m\mathbf{a} - m\mathbf{a}_0, \quad (13)$$

người ta cho rằng có thể nhận được phương trình cho chất điểm A trong HQC K' dưới dạng:

$$m\mathbf{a}' = \mathbf{F} + \mathbf{F}_{qt} = \sum_j \mathbf{F}_j. \quad (14)$$

trong đó ký hiệu:

$$\mathbf{F}_{qt} = -m\mathbf{a}_0, \quad (15)$$

và theo định luật 2 Newton:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}. \quad (16)$$

Có thể thấy rất rõ là tích của m với \mathbf{a}' trong HQC phi quán tính K' không giống như tích của khối lượng quán tính m với gia tốc \mathbf{a} trong HQC quán tính K ; nó không

thể được hiểu là “lực gây ra gia tốc đó” như đối với định luật 2 Newton (16) trong HQC quán tính.

Tuy nhiên, ở đây không biết do vô tình hay hữu ý mà người ta đã bỏ quên một chi tiết quan trọng đó là: cái “ý nghĩ lành mạnh” ở trên chỉ thật sự "lành mạnh" trong HQC quán tính thôi chứ? Trong HQC phi quán tính chắc gì tổng hợp lực tác động lên vật bằng không đã khiến nó đứng yên? Bởi nếu không, Newton đã chẳng vô cớ mà đưa thêm điều kiện về HQC quán tính vào các định luật của mình? Chẳng hạn, trong một cái thang máy đang rơi tự do, mọi vật tuy đứng yên, nhưng vẫn chịu tác động của trọng lực P gây ra bởi Trái Đất đấy chứ? Chính cái ý nghĩ tưởng là “lành mạnh” ấy đã làm hại người ta như đã nói: đặt niềm tin vào một cái không có thật (ít ra cũng là cho đến lúc này) đó là “lực quán tính” để cân bằng với trọng lực! Chẳng lẽ không ai tự hỏi: trong cái thang máy đang rơi tự do đó nếu tác động lên vật một lực đúng bằng trọng lực của nó, nhưng theo chiều ngược lại thì tổng hợp các lực “thật” tác động lên vật mới thật sự bằng 0 sao? Nhưng khi đó, có một điều chắc chắn phải xảy ra đó là vật sẽ không đứng yên trong thang máy đó nữa, mà lại chuyển động có gia tốc theo chiều ngược với chiều trọng lực kia!

Chính sự "cổ kiết" này đã là nguyên nhân góp phần cản trở nhận thức của chúng ta về bản chất của lực quán tính, của hiện tượng quán tính và cái quan trọng hơn cả là của chính cả quá trình động lực học mà Vật lý đã đặt ra cho mình, khiến tất cả trở thành chỉ là ảo giác. Nói cách khác, cái “ý nghĩ” tưởng là “lành mạnh” ấy thực chất là “không lành mạnh”! Tuy nhiên, đáng tiếc là cho đến nay, người ta đã không quan tâm tới chuyện đó, mà chỉ chăm chú vào việc "làm đẹp" trên phương diện toán học, bất chấp tính phi vật lý, phi lô-gíc của nó – là “căn bệnh thế kỷ” trầm kha của vật lý học.

Vấn đề là thế nào mới là “lành mạnh” đây? Thế nào mới đúng là bản chất vật lý đây? Đó cũng chính là cái sẽ được giải quyết trong bài báo này. Để “nhỏ” đi “cái gai” này trước hết cần phải hiểu được bản chất thực sự của hiện tượng quán tính. Vì vậy, dù muốn hay không muốn, để giải quyết triệt để vấn đề lực quán tính, chúng ta cũng buộc phải quay trở lại điểm xuất phát của động lực học từ một cách nhìn khác như “Con đường mới của vật lý học”[7] đã làm: nhìn sự vật trong “sự phụ thuộc lẫn nhau” trên tổng thể – một sự kế thừa phép biện chứng duy vật và cũng là tư tưởng xuyên suốt của Đạo Phật từ 2.500 năm về trước. “Tồn tại tự thân” và hệ quả của nó là “quán tính tự thân” – con đẻ của “sự tồn tại tự thân” đó – một quan niệm đơn giản hoá thái quá về thế giới tự nhiên cần phải được loại bỏ, hoặc ít ra cũng là giới hạn áp dụng trong một phạm vi nào đó (nhưng quyết không phải là trong trường hợp này!).

Viết bài báo này, tác giả muốn chứng minh quan điểm đó thông qua việc phân tích những trường hợp đặc trưng của chuyển động được coi là phi quán tính, qua đó khẳng định sự tồn tại của “lực quán tính” cả từ 2 phương diện: vật lý và biểu diễn toán học (bất luận ở trong HQC nào), trong đó đặc biệt chú trọng tới phương diện vật lý của hiện tượng – cũng tức là xác định bản chất thật sự của nó. Sẽ xem xét hai dạng chuyển động phi quán tính đặc trưng là:

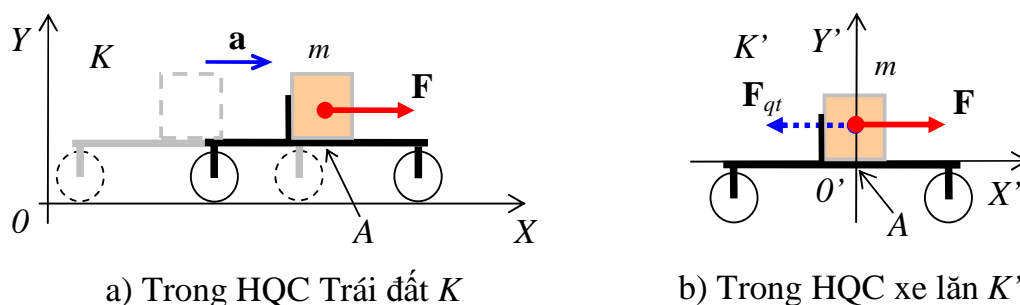
- Chuyển động thẳng khi vận tốc không thay đổi về hướng mà chỉ thay đổi về giá trị, vật chuyển động được coi là chịu tác động của "lực quán tính" trong HQC gắn với nó;

- Chuyển động cong khi vận tốc thay đổi về hướng, vật chuyển động được coi là chịu tác động của "lực quán tính ly tâm" hay nói ngắn gọn là "lực ly tâm" trong HQC gắn với nó.

II. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG CÓ GIA TỐC

1. Theo quan niệm “quán tính tự thân”

Theo quan niệm này, hiện tượng quán tính được coi là do tự bản thân vật có xu hướng duy trì trạng thái chuyển động của nó và do đó được đặc trưng bởi một đại lượng gọi là “khối lượng quán tính” (“tự thân”). Giả sử có một vật khối lượng quán tính m nằm yên trên một xe lăn đang chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a trong HQC K gắn với mặt đường (Trái đất) như được chỉ ra trên Hình 2a.



Hình 2. Lực tác động lên vật nằm trên xe lăn chuyển động nhanh dần theo quan niệm “quán tính tự thân”.

Vì HQC K này là quán tính, nên trong nó được coi là không có “lực quán tính”. Tác động lên vật lúc này chỉ là lực F và tuân theo định luật 2 Newton (16). Để đơn giản, trên hình vẽ không chỉ ra trọng lực và phản lực của mặt đường tác động lên vật, vì hướng tác động của chúng vuông góc với mặt đường, không ảnh hưởng tới chuyển động đang được xem xét.

Khi chuyển sang HQC K' có gốc tọa độ O' đặt trùng với tâm A của xe lăn như được chỉ ra trên Hình 2b, người ta đưa ra lực quán tính F_{qt} xác định theo (3) và thoả mãn phương trình (4) và (6) như đã biết và vì không phải lực thật, nên nó được thể hiện bởi mũi tên nét đứt (---->). Tuy nhiên, nếu lúc này có một lực khác F' tác động lên vật khiến nó chuyển động với gia tốc a' trong HQC K' này, thì nhờ có lực quán tính F_{qt} người ta có thể mô tả chuyển động này bởi phương trình (14), về thực chất vẫn là theo định luật 2 Newton (!?) khi mà điều kiện về HQC QT đã không còn nữa.

Trong trường hợp xe đang chuyển động thẳng đều (“theo quán tính”) bỗng dừng bị phanh lại, nó sẽ chuyển động chậm dần. Khi đó chiều của lực cũng như gia tốc sẽ thay đổi 180° so với trên hình vẽ và các công thức từ (10) đến (16) vẫn có hiệu lực.

Mặt khác, tuy chỉ được coi là “biểu kiến” nhưng từ thực tế người ta cảm thấy rằng khi ngồi trên xe đang tăng tốc (trong HQC K') dường như có một “bàn tay vô hình” nào đó “nứu kéo” người ta lại, còn khi xe đang chạy bị phanh lại, “bàn tay vô hình” ấy dường như “xô đẩy” người ta chúi về phía trước – đó chính là cái mà người ta gọi là “lực quán tính” cho tới nay không rõ bản chất. Nhưng khi còn ở HQC K , không có cách gì lý giải được sự có mặt của lực này: không biết tương tác với vật nào, cơ chế ra sao..., nên người ta đành kết luận đơn giản là chúng không tồn tại.

2. Theo quan niệm “quán tính phụ thuộc”

Trước tiên, ta có nhận xét rằng vì đã thừa nhận HQC K' chuyển động có gia tốc a so với HQC K , nên khi “chuyển sang” HQC K' , vô hình chung chúng ta đã phải chuyển động với cùng một gia tốc a đó để đảm bảo rằng vật đứng yên trong HQC này. Nhưng đứng yên thì đã sao chứ? Tổng hợp lực tác động lên vật lúc này không bằng 0, mà là bằng F thì đã sao? Rõ ràng, nếu vật đứng yên trong một HQC phi quán tính chuyển động với gia tốc a thì điều tất yếu là tổng hợp lực lên nó phải bằng $ma = F$ là điều hiển nhiên mà? Bởi nếu không có lực tác động ấy, vật đã phải chuyển động với gia tốc bằng $(-a)$ so với HQC phi quán tính đó rồi còn gì? Chỉ có trong HQC quán tính, theo định luật 1 Newton, vật mới không chịu lực tác động tổng hợp khác 0 thôi chứ?

Vấn đề chỉ còn là cảm giác bị “nứu kéo” hay bị “xô đẩy” ấy có phải là ảo giác không, hay nó chỉ là biểu hiện của cái gọi là “quán tính tự thân” như đã nói tới ở trên? Theo quan niệm được trình bày ở [7, 8], hiện tượng quán tính được coi là do tương tác của vật trong trường lực thế với các vật thể khác mà có; nó được đặc trưng bởi một đại lượng được gọi là khối lượng quán tính chung. Trong trọng trường Trái đất, do có thể bỏ qua ảnh hưởng trường lực thế của xe kéo lên vật, vì nó quá nhỏ so với

trường lực thế của Trái đất, nên “khối lượng quán tính chung” \tilde{m} của vật với Trái đất theo quan niệm “tồn tại phụ thuộc lẫn nhau” bằng:

$$\tilde{m} = \frac{MM_D}{M + M_D} \approx M \quad (17)$$

ở đây M và M_D – là khối lượng hấp dẫn của vật và của Trái đất tương ứng. Vì $M \ll M_D$, nên có dấu “ \approx ” trong biểu thức, tức là khối lượng quán tính của vật (\tilde{m}) tương đương với khối lượng hấp dẫn của nó (M) – còn gọi là “nguyên lý tương đương”.

Vậy là đã rõ, chính Trái đất là “thủ phạm đầu tay” trong vụ “nứu kéo” và “xô đẩy” này. Cái bản chất gốc rễ của sự vật không phải là khả năng “tự bảo toàn chuyển động” như vật lý cho đến nay vẫn quan niệm, mà là khả năng “bảo toàn trạng thái năng lượng” như đã được tác giả chỉ ra trong định luật quán tính tổng quát của động lực học [7, 9]. Mọi thí nghiệm thực hiện trên Trái đất đều không thoát khỏi trường lực thế của nó và vì vậy, khi ta muốn làm thay đổi “trạng thái chuyển động” của vật, cũng tức là thay đổi động năng của vật, phải đối mặt với “kẻ ném đá đầu tay này”; nó thể hiện mình bằng chính lực trọng trường. Trong mọi sự thay đổi chuyển động này, vì trường trọng lực của Trái đất là trường hướng tâm, nên cho dù lực trọng trường của nó có thể không thay đổi về giá trị (chuyển động theo bề mặt cầu), thì cũng bị thay đổi về hướng; hoặc ngược lại, cho dù không thay đổi về hướng (chuyển động theo đường bán kính cầu), thì cũng bị thay đổi về giá trị, hoặc đồng thời cả hai. Những thay đổi này tuy rất nhỏ, thậm chí là vô cùng nhỏ, nhưng lại không thể được phép bỏ qua, cũng giống như chuyển động của các trạm vũ trụ trên quỹ đạo: cho dù xem xét ở một khoảng thời gian nhỏ bao nhiêu tùy ý, thì cũng không thể coi chuyển động ấy là “thẳng đều” được vì tình trạng không trọng lượng của các phi hành gia và của thiết bị trong bất kể khoảng thời gian nào cũng không thể nào bỏ qua đi được.

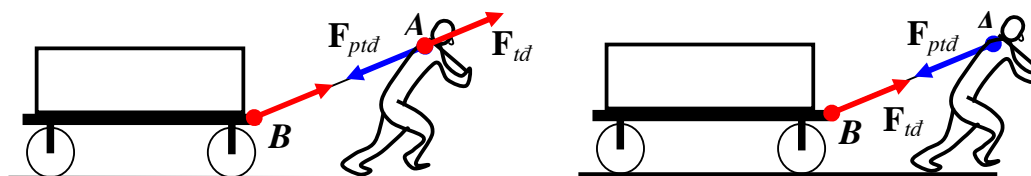
Tóm lại, khi ta tác động lên vật một lực, không được quên rằng đằng sau nó là cả một Trái đất khổng lồ đang “nắm giữ” nó để chống lại, chứ không phải chỉ có một mình nó “đơn thương, độc mã” theo quan niệm “quán tính tự thân” thôi đâu. Điều mà người ta vẫn “lăn tăn” có lẽ còn ở chỗ: lực trọng trường \mathbf{P} tác động lên vật tại vị trí vật đang hiện hữu và vào thời điểm bị tác động luôn chỉ là một đại lượng véc tơ hướng về tâm Trái đất theo định luật vạn vật hấp dẫn của Newton:

$$\mathbf{P} = -\gamma \frac{MM_D}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}, \quad (18)$$

trong đó γ – là hằng số hấp dẫn; r – là khoảng cách từ vật tới tâm Trái đất, trong khi lực mà ta tác động lên vật càng mạnh bao nhiêu, dù là theo bất cứ hướng nào, thì lực chống đối lại nó (“lực quán tính”) cũng càng mạnh bấy nhiêu? Vấn đề là ở chỗ

trường hấp dẫn của Trái đất không chỉ thể hiện duy nhất qua đại lượng véc tơ trọng lực \mathbf{P} của nó mà còn qua khối lượng quán tính theo biểu thức (17) – là đại lượng vô hướng nữa. Kết quả là sự xuất hiện gia tốc chuyển động \mathbf{a} của vật thể A do lực tác động \mathbf{F} đã làm xuất hiện đồng thời “lực quán tính” \mathbf{F}_{qt} bằng về giá trị, nhưng ngược với chiều lực tác động \mathbf{F} với điểm đặt có thể được xem như ngay tại vật thể A – là điểm khởi đầu của chuỗi mắt xích “vật thể A – Trái đất”. “Lực quán tính” \mathbf{F}_{qt} này do trường trọng lực của Trái đất gây nên cho vật, vì vậy nó cũng tuân theo định luật 3 Newton thể hiện ở sự xuất hiện lực phản tác động của vật thể ấy lên Trái đất thông qua chính trường trọng lực của nó với điểm đặt tại bề mặt của nó.

Điều này cũng tương tự như khi ta kéo một cái xe bằng một sợi dây như được chỉ ra trên Hình 3a: điểm đặt của lực tác động \mathbf{F}_{td} lên đầu A của sợi dây (áp vào vai của ta), rồi truyền tới cái xe tại đầu B của sợi dây, còn điểm đặt của lực phản tác động \mathbf{F}_{ptd} của xe lên ta cũng phải qua đầu sợi dây B mới truyền được lên vai ta (qua đầu sợi dây A). Tức là đầu A của sợi dây chịu tác động đồng thời của hai lực: lực tác động \mathbf{F}_{td} và lực phản tác động \mathbf{F}_{ptd} . Tuy nhiên, thông thường người ta biểu diễn dưới dạng Hình 3b; nó thể hiện rõ định luật 3 Newton hơn. Trong trường hợp với lực quán tính \mathbf{F}_{qt} trên Hình 2b, “sợi dây” kết nối vật (tương ứng ở thí nghiệm này là đầu sợi dây A) với Trái đất (tương ứng ở thí nghiệm này là chiếc xe) là “vô hình” nên khó khăn cho việc nhận biết được cũng là điều dễ hiểu.

a) Sự hình thành lực tác động \mathbf{F}_{td}

b) Thể hiện định luật 3 Newton

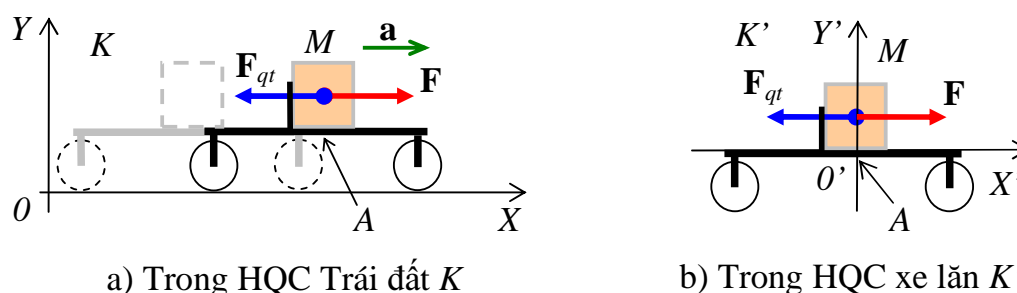
Hình 3. Kéo xe bằng một sợi dây

Nhưng lúc này lại xuất hiện một tình huống không mấy dễ chịu đó là nếu “lực quán tính” là thật – nó do Trái đất gây ra cho vật chuyển động có gia tốc thì dù trong HQC nào nó cũng không thể biến mất đi được, tức là ngay trong HQC K (được coi là quán tính), nó vẫn phải tồn tại chứ? Nhưng nếu nó tồn tại, thì tổng hợp lực tác động lên vật chuyển động có gia tốc cũng lại vẫn luôn bằng 0? Nhưng như thế có khác gì định luật 2 Newton sai? Vấn đề là ở đâu vậy?

Vẫn là ở bản thân khái niệm khối lượng quán tính thôi. Nếu coi quán tính là “tự thân”, không phụ thuộc vào vật thể nào khác thì lẽ dĩ nhiên khi vật chuyển động có gia tốc, sẽ chỉ “nhìn thấy” lực tác động từ các vật thể kia mà không “nhìn thấy” “sợi

dây vô hình” – lực trường thế của Trái đất đã ràng buộc các vật thể với nó. Nhưng không “nhìn thấy” là một chuyện, còn tồn tại hay không lại là chuyện hoàn toàn khác. Cái “nhìn thấy” được mới chỉ là cái mà chúng ta nhận thức được, nhưng cái đang tồn tại lại không phụ thuộc vào việc chúng ta có “nhìn thấy” nó hay không và do vậy, nó vẫn tác động và gây ảnh hưởng đến sự vận động của mọi vật xung quanh ta.

Như thế là đã rõ, theo quan điểm tồn tại phụ thuộc lẫn nhau, mọi vật thể chuyển động có gia tốc dưới tác động của lực đều chịu tác động của lực quán tính F_{qt} , bất luận ta quan sát nó ở HQC nào: đứng yên (quán tính) như trên Hình 4a, hay chuyển động cùng với vật thể đó (phi quán tính) như trên Hình 4b.



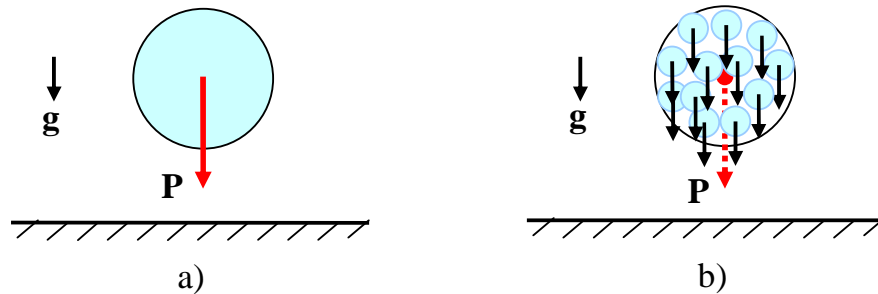
Hình 4. Lực tác động lên vật nằm trên xe lăn chuyển động nhanh dần theo quan niệm “tồn tại phụ thuộc lẫn nhau”

Lực tác động tổng hợp lên vật thể trong cả hai trường hợp này như đã thấy đều bằng 0, điều khác biệt duy nhất giữa chúng chỉ là ở gia tốc chuyển động a : Trong HQC quán tính, vật chuyển động với gia tốc a , còn trong HQC phi quán tính (chuyển động với gia tốc a), vật đứng yên. Nhưng thật trớ trêu thay đó mới thật sự là “ý nghĩ lành mạnh”! Chẳng lẽ lại không phải như vậy sao? Lực là độ đo của tương tác, mà tương tác lại phải do từ hai vật trở lên, thì làm cách nào mà chỉ bằng vào sự chuyển HQC từ đứng yên hay chuyển động thẳng đều sang chuyển động có gia tốc mà làm biến mất tương tác đó được? Nên nhớ rằng ở đây ta không bàn tới lực va chạm giữa hai vật chuyển động tương đối so với nhau – khi một trong hai vật đứng yên thì có thể xảy ra va chạm và sẽ xuất hiện lực, còn khi chúng chuyển động với cùng một vận tốc – va chạm không xảy ra – lực ấy được xem như cũng biến mất là điều có thể hiểu được vì thực ra đã “có” đâu mà đòi “biến mất”?

Nhưng ở đây ta lại đang nói về tương tác của vật thể với trường lực thế của Trái đất, nó bao trùm khắp vũ trụ – dù là chuyển động hay đứng yên, định luật vạn vật hấp dẫn (18) vẫn luôn luôn phát huy tác dụng. Có thể ví với một con thuyền trôi trên dòng sông: nó bị dòng sông cuốn đi theo dòng chảy của nó, nhưng bất kể một cố gắng nào (có lực tác động) kéo nó đi theo mọi hướng cũng vẫn đều gặp phải sức cản của dòng nước giữ con thuyền lại (giống như “lực quán tính” trong trọng trường vậy).

Nhân đây cũng cần phải nói thêm rằng quan niệm của vật lý kể từ thời Maxwell cũng sai lầm khi cho rằng trong HQC đứng yên, các điện tích chuyển động sẽ sinh ra từ trường, còn nếu chuyển động cùng với các điện tích đó, từ trường sẽ biến mất chỉ còn lại điện trường. Điều này đã được tác giả phân tích cụ thể trong [7, 10] – sẽ chẳng có “từ trường” nào được sinh ra cả, mà vẫn chỉ là điện trường, chỉ khác lúc đó sẽ là trường điện động mà thôi – bản chất của sự vật không hề thay đổi đó là sự tương tác giữa các điện tích, chứ chẳng hề có cái gì gọi là “từ tích” hay “đơn cực từ” nào mà cho đến nay người ta vẫn đang cố kiếm tìm cả.

Còn bây giờ là “lực quán tính”, nhưng theo một cách khác: cho rằng nó chỉ là “ảo”, hay “biểu kiến”, nhưng thực ra nó vốn vẫn tồn tại “xưa như Trái đất” vậy. Vấn đề có lẽ chỉ còn là đối với vật rơi tự do? Dễ dàng nhận thấy rằng tác động lên nó dường như không có bất kỳ một lực nào khác ngoài lực trọng trường \mathbf{P} của Trái đất (xem Hình 5a), chính vì thế mọi phần tử cấu tạo nên vật đều rơi gần như với cùng một gia tốc trọng trường \mathbf{g} như nhau (xem Hình 5b), không có vật thể nào khác “nín giữ” nó nên “lực quán tính” không thể xuất hiện: nó thực sự chỉ là lực “ảo” hay “biểu kiến”? Cũng chính vì không có lực chống lại trọng lực nên không xuất hiện nội lực trong vật thể như những lực tác động khác? Đây phải chăng là sự khác biệt với các dạng chuyển động có lực tác động khác với lực trường thế, khi mà nội lực của vật thể sẽ phát sinh do hai lực trực đối nhau tác động lên nó? Không hề!

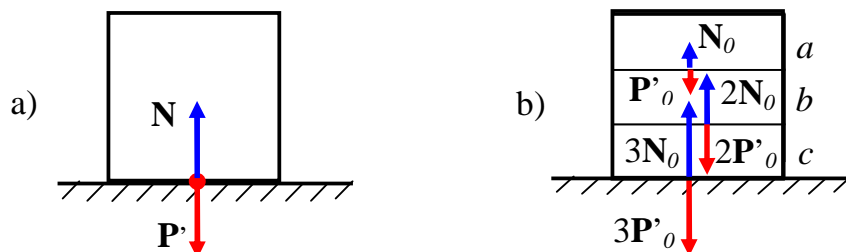


Hình 5. Mọi phần tử cấu tạo nên vật đều rơi với cùng một gia tốc \mathbf{g} như nhau

Vấn đề là ở chỗ việc coi rằng “...tác động lên nó không có bất kỳ một lực nào khác ngoài lực trọng trường \mathbf{P} của Trái đất” này xét một cách chặt chẽ cũng chỉ gần đúng, bởi Trái đất không tồn tại đơn độc trong vũ trụ vô cùng vô tận; ngoài nó ra, vật còn chịu tác động của Mặt trăng, Mặt trời, của các vì sao khác, của Tâm Thiên hà, của các thiên hà khác v.v.. Vì vậy, cho dù về phương diện lực tác động, có thể bỏ qua được, nhưng về phương diện quán tính do chúng gây nên, cụ thể là khối lượng quán tính của vật xác định theo (17) đối với chúng (khi thay khối lượng hấp dẫn của Trái đất M_D bằng khối lượng hấp dẫn tổng hợp của những vật thể vừa nói M_V) luôn có giá trị $\tilde{m} \approx M$, không phụ thuộc vào việc những vật thể đó ở xa hay gần, lực tác động của

chúng theo (18) lên vật lớn hay bé. Do đó, ngay cả trong trường hợp vật được xem là “rơi tự do” này (tức là được coi như chỉ chịu tác động của riêng một mình lực trọng trường của Trái đất) cũng vẫn chịu ảnh hưởng của lực quán tính như thường. Tuy nhiên, chỉ có một sự khác biệt “nhỏ nhỏ” về phương diện thay đổi nội lực như đã mô tả trên Hình 5. Trong những trường hợp còn lại, nội lực chắc chắn bị thay đổi rõ rệt.

Đơn giản nhất là khi vật có trọng lượng $\mathbf{P}' = \mathbf{P}$ nằm yên trên mặt đất, lực pháp tuyến \mathbf{N} của bề mặt Trái đất sẽ tác động chống lại nó như được mô tả trên Hình 6a.



Hình 6. Lực pháp tuyến \mathbf{N} tác động chống lại trọng lượng \mathbf{P}'

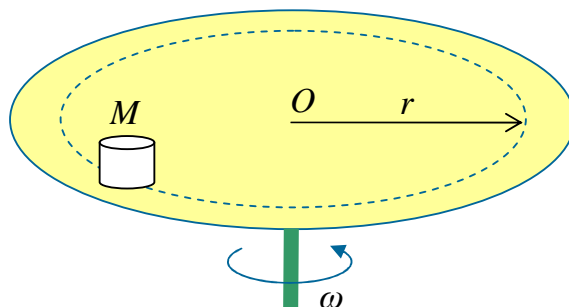
Ta hãy thử tưởng tượng chia vật ra làm 3 lớp a , b và c sao cho trọng lượng của chúng bằng nhau: $\mathbf{N}'_0 = \mathbf{N}'/3$ (xem Hình 6b). Khi đó, tương ứng ta có lực pháp tuyến tác động vào mỗi lớp là \mathbf{N}_0 , $2\mathbf{N}_0$, $3\mathbf{N}_0$ với $\mathbf{N}_0 = \mathbf{N}/3 = -\mathbf{P}'/3$, khiến cho các phần tử cấu thành nên vật thể chịu những lực khác nhau, làm xuất hiện nội lực bên trong vật.

III. CHUYỂN ĐỘNG CÔNG

1. Chuyển động công với lực hướng tâm không có căn nguyên từ trọng lực

a) Trường hợp vật đặt trên mâm quay

Ví dụ có một vật khối lượng M đặt trên một cái mâm tròn tại bán kính r , quay không trượt cùng với mâm có tốc độ góc ω không đổi như được mô tả trên Hình 7.



Hình 7. Chuyển động quay tròn tâm quay O với lực hướng tâm không có căn nguyên từ trọng lực

Giả sử ban đầu, cả mâm lẫn vật đứng yên, sau đó ta tác động lên mâm một mô men khiến nó quay với vận tốc góc không đổi bằng ω :

$$\omega = \frac{V}{r}, \quad (19)$$

ở đây V – là vận tốc thẳng theo phương tiếp tuyến với đường tròn bán kính r (quỹ đạo quay của vật).

Ta sẽ xem xét các lực tác động lên vật trong HQC quán tính đặt trên Trái đất K và trong HQC phi quán tính gắn với vật K' theo cả hai quan niệm như đối với chuyển động thẳng ở trên.

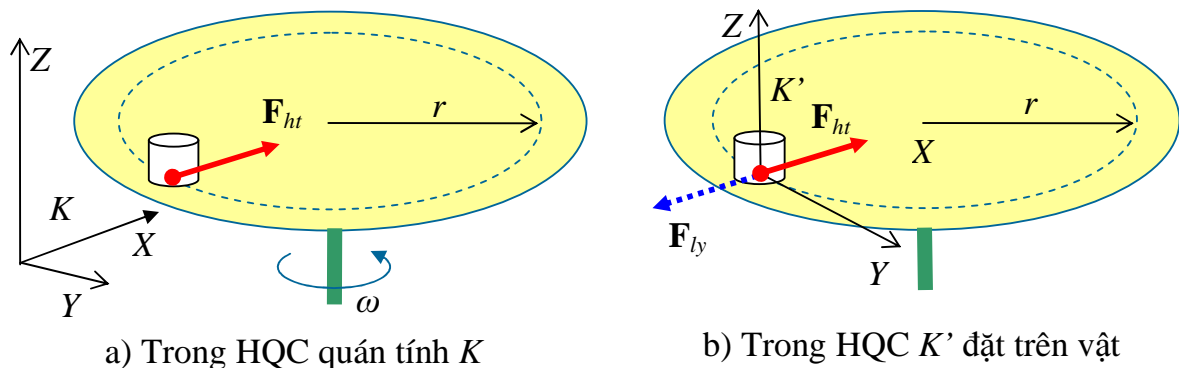
- Theo quan niệm “quán tính tự thân”

Trong HQC quán tính đặt trên Trái đất K như được chỉ ra trên Hình 8a, chuyển động của vật là tròn đều nên có gia tốc hướng tâm \mathbf{a}_{ht} bằng:

$$\mathbf{a}_{ht} = -\frac{V^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r}. \quad (20)$$

Theo định luật 2 Newton (1), sau khi thay (20) vào đó, ta được lực hướng tâm:

$$\mathbf{F}_{ht} = -\frac{mV^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r}. \quad (21)$$



Hình 8. Sự phát sinh lực theo quan niệm “quán tính tự thân”

Theo quan niệm này, nếu không có lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} thì vật sẽ phải văng ra theo phương tiếp tuyến với đường tròn bán kính r . Người ta cho rằng lúc này chính lực ma sát nghỉ của vật với mâm đóng vai trò lực hướng tâm đó. Tuy nhiên, cũng chính vì vậy mà vấn đề bức xúc được đặt ra là trong HQC K không công nhận có lực ly tâm, mà cho rằng lực ma sát nghỉ của vật với mâm đóng vai trò lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} là chưa thuyết phục.

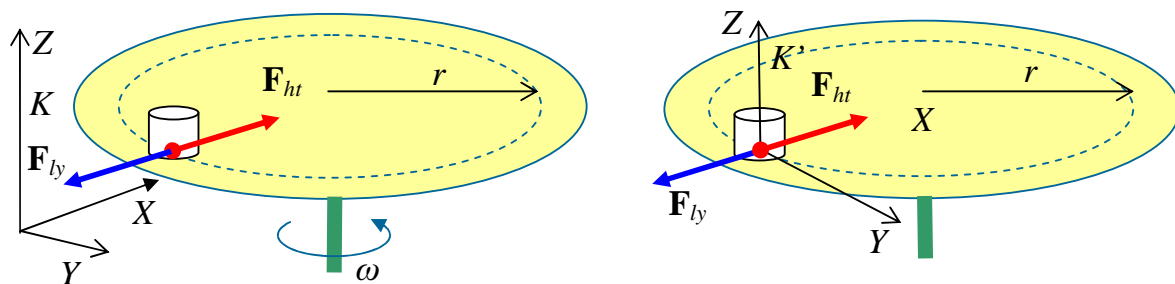
Ta biết rằng lực ma sát nghỉ xuất hiện khi vật đang đứng yên nhưng có “xu thế chuyển động”; nó có hướng ngược với hướng “xu thế chuyển động” ấy. Mà để có xu thế chuyển động thì còn có cách gì khác hơn là bị lực nào đó tác động? Nếu muốn để

xuất hiện lực ma sát nghỉ hướng vào tâm, thì chỉ ít ra vật cũng phải có xu hướng chuyển động “ly tâm”, tức là có “lực ly tâm” tác động lên nó mới được. Nhưng rõ ràng vật có “xu hướng chuyển động” theo phương tiếp tuyến đấy chứ? Còn lực ly tâm được coi là không có trong HQC quán tính rồi cơ mà? Trong mục tiếp theo, khi áp dụng giải các bài toán thực tế sẽ thấy những bất cập phát sinh không thể tránh khỏi.

Trong HQC K' đặt trên vật như được chỉ ra trên Hình 8b, cũng xuất hiện lực quán tính giống như với trường hợp chuyển động thẳng đã xét, nhưng bây giờ là lực quán tính ly tâm F_{ly} và cũng chỉ được coi là “ảo” hay “biểu kiến”, vì vậy nó chỉ được thể hiện bởi mũi tên nét đứt (---->). “Ảo” đâu không biết, nhưng chính sự có mặt của nó đã đồng thời giải toả các bất cập vừa nói ở trên và có một thực tế không thể chối cãi: sự xuất hiện lực ma sát nghỉ hướng tâm chẳng lẽ không phải là “thật” sao? Mà một khi đã là thật thì nguyên nhân gây nên nó là “lực ly tâm” cũng phải là thật, chứ không thể là “ảo” được.

- Theo quan niệm “quán tính phụ thuộc”

Theo quan niệm này, như ta đã xét với chuyển động thẳng ở trên: sự khác nhau giữa hai HQC chỉ ở gia tốc chuyển động a , còn ở đây chỉ là ở chuyển động quay với tốc độ góc ω . Lực quán tính (ly tâm) xuất hiện như là hệ quả tất yếu của tương tác giữa vật với Trái đất, nên sơ đồ phân bố lực được thể hiện như ở Hình 9 trong đó “lực ly tâm” F_{ly} đã là lực thật nên ta vẽ với nét liền như lực hướng tâm F_{ht} .



a) Trong HQC quán tính K

b) Trong HQC K' đặt trên vật

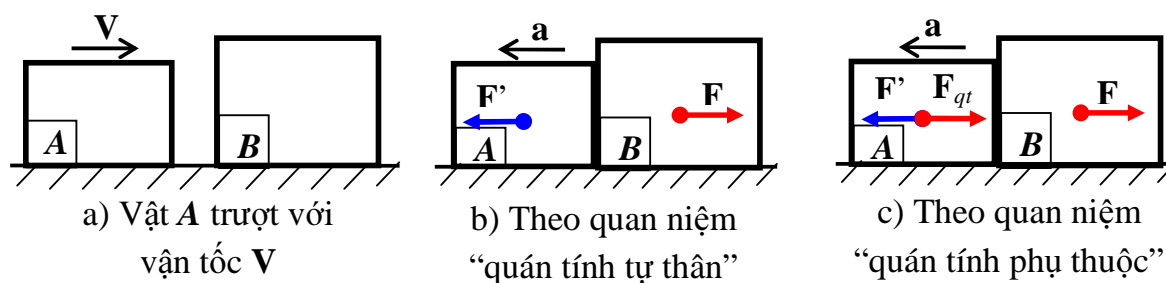
Hình 9. Sự phát sinh lực theo quan niệm “quán tính phụ thuộc”

Như đã biết, theo quan niệm “quán tính tự thân”, động năng của vật chỉ liên quan tới các vật khác thông qua tốc độ chuyển động V tương đối giữa chúng:

$$K = \frac{mV^2}{2}, \quad (22)$$

chứ không có mối ràng buộc gì khác (vì nó được cho rằng có khả năng “tự bảo toàn trạng thái chuyển động” của mình!). Vì vậy, khi vật A trượt với vận tốc V (xem Hình 10a) rồi va chạm với vật B làm xuất hiện lực tác động đơn giản chỉ là tuân theo định

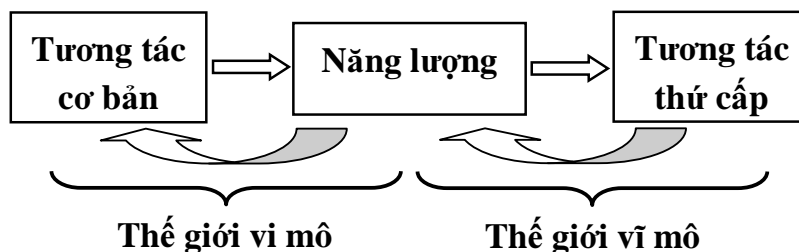
luật 3 Newton với điểm đặt lực được quy ước là tại tâm quán tính của chúng như được thể hiện trên Hình 10b.



Hình 10. Sự hình thành lực tác động lên vật từ động năng của chính nó

Lúc này, động năng (22) của vật A chuyển thành lực tác động F lên vật B và đến lượt mình, vật B gây nên phản lực tác động $F' = -F$ lên vật A . Trong quá trình kể từ lúc va chạm tới lúc kết thúc, xảy ra sự thay đổi tốc độ của vật A từ V xuống đến 0, tức là xuất hiện gia tốc chuyển động a có chiều ngược với chiều của V . Lực tác động của B lên A theo (16) do đó sẽ bằng: $F' = ma$.

Tuy nhiên, theo quan điểm “quán tính phụ thuộc”, vật không có khả năng “tự bảo toàn trạng thái chuyển động” như vậy, mà chỉ là khả năng “bảo toàn trạng thái năng lượng” nhưng không phải là “tự”, mà là “nhờ” các vật thể khác; ở đây là “nhờ” trường trọng lực của Trái đất. Khi trạng thái năng lượng (ở đây là động năng) thay đổi, ngay lập tức xuất hiện sự “can thiệp” của Trái đất lên vật để chống lại sự thay đổi đó, tức là phát sinh cái gọi là “lực quán tính” F_{qt} – một dạng của tương tác giữa vật chuyển động với trọng trường Trái đất như được biểu diễn trên Hình 9c. Quan hệ giữa tương tác và năng lượng được diễn giải chi tiết ở [7] theo đó, sự tồn tại của vật chất gắn liền với sự tương tác giữa các dạng vật chất khác nhau, mà độ đo của nó chính là lực. Khả năng hay kết quả của tương tác được gọi là năng lượng. Có thể tóm lược trong một sơ đồ sau đây, làm cơ sở lý giải cho sự xuất hiện “lực quán tính”:



Cụ thể là lúc này, do có sự tiếp xúc trực tiếp của A mà B mới có khả năng “kìm chế” chuyển động của A làm xuất hiện “phản ứng” của Trái đất (bằng cái gọi là “lực quán tính” F_{qt}) vào A nhằm “cố gắng duy trì động năng” cho nó, rồi kết quả là “sau đó” truyền tác động này sang cho vật B đó. Vậy là vật A chịu đồng thời hai lực tác

động bằng về giá trị nhưng ngược về dấu. Dù là trong HQC nào thì quá trình động lực học này vẫn là khách quan không thay đổi được. Ở đây, chữ “sau đó” được đặt trong dấu ngoặc kép với ngụ ý nhấn mạnh về tính nhân quả của sự việc chứ không hẳn chỉ là trình tự thời gian; nếu là “quán tính tự thân” thì trình tự sẽ là ngược lại.

Trở lại với mâm quay ở trên Hình 9. Lực quán tính vừa nói đến ở đây chính là “lực ly tâm” \mathbf{F}_{ly} . Nhờ có “lực ly tâm” này mới xuất hiện lực ma sát nghỉ hướng vào tâm quay, đóng vai trò là lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} . Tuy nhiên, để có thể đánh giá rõ ràng và cụ thể hơn về quá trình hình thành các lực này trong chuyển động quay, trước tiên ta cần phải xem động năng chuyển động của vật \mathbf{K} là một đại lượng véc tơ như ở [7, 11]. Khi đó, giả sử vào thời điểm t_1 , mâm nhận được mô men xung lực và quay tròn; nó truyền cho vật một xung lực $\mathbf{F}(t)$ thông qua ma sát khiến vật quay theo với vận tốc thẳng là V_1 như được chỉ ra trên Hình 11. Tương ứng lúc đó vật có động năng \mathbf{K}_1 – là véc tơ theo phương tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo của vật:

$$\mathbf{K}_1 = \frac{\tilde{m}V_1^2}{2} \mathbf{e}_F, \quad (23)$$

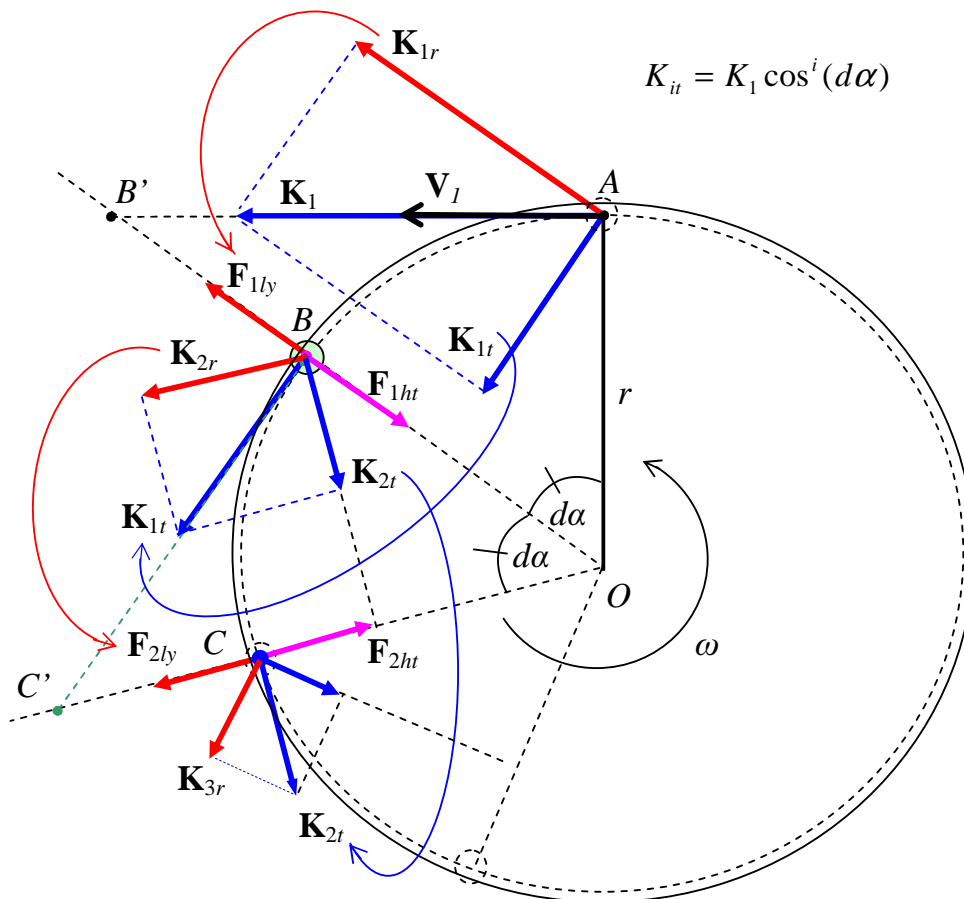
ở đây \mathbf{e}_F – là véc tơ đơn vị trùng với chiều tác động của lực $\mathbf{F}(t)$. Lưu ý lúc này ta đã thay “khối lượng quán tính tự thân” m bằng “khối lượng quán tính chung” \tilde{m} được xác định theo (10). Động năng \mathbf{K}_1 này lẽ ra đã khiến vật phải chuyển động đến điểm B' trên tia OB' như ở Hình 11, nhưng vật lại chuyển động đến điểm B (cũng nằm trên tia đó) tương ứng với một lượng tử góc $d\alpha$ tại thời điểm t_2 (ta đã “phóng đại” góc này lên cho dễ nhìn) là do đâu? Đúng là có nhờ lực ma sát hướng tâm \mathbf{F}_{msr} giữa vật với mâm thật, nhưng cũng tại thành phần động năng “ly tâm” \mathbf{K}_{1r} của nó trước mới sinh ra được lực ma sát đó mà? Tóm lại, “tại anh tại ả, tại cả hai bên”!

Điều này có nghĩa là phải có lực ly tâm \mathbf{F}_{1ly} trùng với hướng đi ra của tia OB' mà nhờ nó mới sinh ra lực ma sát hướng tâm \mathbf{F}_{msr} (lực bị động) nói trên. Nhưng lực ly tâm \mathbf{F}_{1ly} này ở đâu sinh ra? Thêm nữa, khi đó có thể thấy hướng chuyển động của vật cũng thay đổi với một động năng khác \mathbf{K}_{1t} ? Vậy động năng ban đầu của vật \mathbf{K}_1 bây giờ đi đâu mất rồi? Không mấy khó khăn để nhận ra rằng động năng ban đầu \mathbf{K}_1 của vật đã tách ra làm hai thành phần: một thành phần trùng với hướng của tia OB' – \mathbf{K}_{1r} và một thành phần tiếp tuyến với đường tròn bán kính r – \mathbf{K}_{1t} , trong đó thành phần động năng \mathbf{K}_{1r} đã chuyển hoá thành lực \mathbf{F}_{1ly} (theo cơ chế đã nói ở trên) tác động lên vật, nhờ đó mới sinh ra lực ma sát hướng tâm \mathbf{F}_{msr} tại điểm tiếp xúc B ; còn thành phần \mathbf{K}_{1t} chính là động năng hiện hữu của vật tại điểm B đó – vậy là năng lượng vẫn được bảo toàn:

$$\mathbf{K}_1 = \mathbf{K}_{1t} + \mathbf{K}_{1r}, \quad (24)$$

ở đây: $K_{1t} = K_1 \cos(d\alpha);$ (25)

$K_{1r} = K_1 \sin(d\alpha).$ (26)



Hình 11. Quá trình động năng sinh ra “lực ly tâm”

Chỉ có điều trong khi thành phần K_{1r} được duy trì cho đến thời điểm t_2 , sau khi kết thúc một quãng đường dịch chuyển của vật tương ứng với một lượng tử góc $d\alpha$, thì thành phần K_{1r} đã bị chuyển hoá thành lực tác động F_{1ly} và sau đó thành nội năng của vật và mâm, nên sau này nó sẽ không xuất hiện trong biểu thức cơ năng của vật nữa. Cũng có thể nói chính nhờ có thành phần động năng K_{1r} mà lực ma sát hướng tâm F_{1ht} đã duy trì được trong khoảng thời gian vật dịch chuyển được một lượng tử góc $d\alpha$. Từ đây cho tới các thời điểm tiếp theo, nếu tạm coi các lượng tử góc đều bằng $d\alpha$ ứng với đường OC và OC' ..., thì quá trình sẽ lại lặp lại giống hệt như vậy. Tương tự ta sẽ có:

$$K_{2t} = K_{1r} \cos(d\alpha) = K_1 \cos^2(d\alpha),$$

$$K_{3t} = K_{2r} \cos(d\alpha) = K_1 \cos^3(d\alpha),$$

... ..

$$K_{it} = K_{(i-1)t} \cos(d\alpha) = K_1 \cos^i(d\alpha).$$

Có thể thấy vì lượng tử góc $d\alpha$ luôn $\neq 0$, nên:

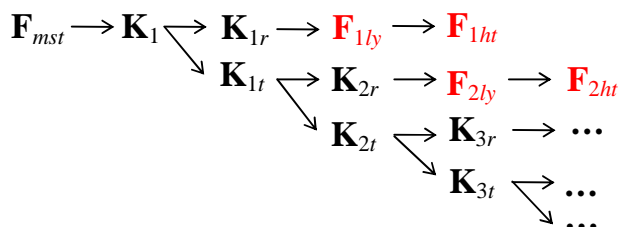
$$\lim_{i \rightarrow \infty} K_{it} = K_1 \lim_{i \rightarrow \infty} \cos^i(d\alpha) = 0. \tag{27}$$

Tức là động năng chuyển động của vật nói riêng và của cả mâm nói chung sẽ phải giảm dần tới 0 (cũng tức là tốc độ quay giảm dần tới 0), cho dù giả thiết không có bất cứ tổn hao do ma sát nào ở ổ trục quay. Điều này thật dễ hiểu: chính thành phần \mathbf{K}_{ir} đã "thất thoát" sau khi gây nên lực ly tâm \mathbf{F}_{ily} tác động lên mâm được cân bằng bởi lực hướng tâm \mathbf{F}_{iht} xác định theo (21):

$$\mathbf{F}_{ily} = -\mathbf{F}_{iht} = \frac{mV_i^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r} \tag{28}$$

mà lực này về thực chất chính là lực ma sát nghỉ tại từng thời điểm ứng với mỗi lượng tử góc $d\alpha$. Điều này không giống như sự quay của vệ tinh quanh Trái đất sẽ được xem xét ở mục sau, khi mà lực hướng tâm không phải được sinh ra do chuyển động của nó mà luôn tồn tại – đó chính là lực trọng trường của Trái đất với vệ tinh.

Vậy là ta hãy hình dung toàn bộ các lực ly tâm-hướng tâm này từng cặp một lần lượt xuất hiện và biến mất trong quan hệ nhân quả với các đại lượng đã sinh ra chúng theo sơ đồ rút gọn sau đây:



Quá trình diễn ra đối với những lượng tử góc tiếp theo hoàn toàn tương tự. Tuy nhiên, để cho chặt chẽ, ta sẽ lấy các lượng tử góc ở mỗi lần thay đổi động năng khác nhau sẽ cũng khác nhau: $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_i$ tuân theo nguyên lý tác động tối thiểu [11]. Ta sẽ có lần lượt các giá trị động năng được biểu diễn thông qua động năng ban đầu (23) dưới dạng bảng sau:

i	Thành phần hướng tâm	Thành phần tiếp tuyến
1	$K_{1r} = K_1 \sin \alpha_1$	$K_{1t} = K_1 \cos \alpha_1$
2	$K_{2r} = K_{1r} \sin \alpha_2 = K_1 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2$	$K_{2t} = K_{1t} \cos \alpha_2 = K_1 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2$
3	$K_{3r} = K_{2r} \sin \alpha_3 = K_1 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \sin \alpha_3$	$K_{3t} = K_{2t} \cos \alpha_3 = K_1 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \alpha_3$

...
n	$K_{ir} = K_{(i-1)r} \sin \alpha = K_1 \prod_i \sin \alpha_i$	$K_{it} = K_{(i-1)t} \cos \alpha = K_1 \prod_i \cos \alpha_i$

Có thể thấy vì lượng tử góc α_i luôn $\neq 0$, nên $\cos \alpha_i$ luôn < 1 và vì vậy:

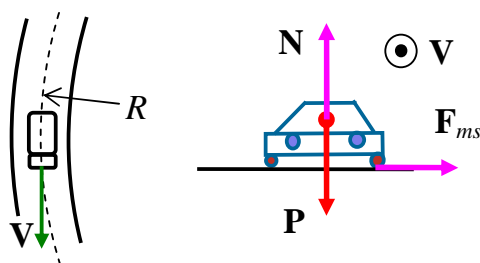
$$\lim_{i \rightarrow \infty} K_{it} = K_1 \lim_{i \rightarrow \infty} \prod_i \cos \alpha_i = 0. \tag{29}$$

Tức là vẫn nhận được kết quả trùng với (27) khi lúc đó tạm coi các lượng tử góc là như nhau. Tất nhiên, vì năng lượng về tổng thể không thể sinh ra hoặc mất đi, mà chỉ chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác, mà ở đây là từ động năng thành lực tương tác giữa vật với mâm và cả Trái đất nữa, nên một khi theo biểu thức (29), toàn bộ động năng này không còn nữa thì có nghĩa là nó đã được chuyển hoá hoàn toàn thành nội năng (nhiệt năng) của cả vật, lẫn mâm và cả Trái đất nữa.

Điều quan trọng hơn cả cần phải nhận thấy là trong trường hợp này, lực ma sát hướng tâm chỉ xuất hiện sau khi vật bị “lực ly tâm” tác động theo đúng luật nhân quả. Bản thân cái được gọi là “lực ly tâm” này về thực chất đã “tiềm ẩn” trong chuyển động của vật, chỉ chờ thời điểm thích hợp để “phát tác”, ví như ở trường hợp chuyển động thẳng có gia tốc vừa xét ở trên và bây giờ là chuyển động quay, tức là khi có “nguyên nhân” nào đó khiến động năng của vật bị thay đổi, động năng ấy sẽ chuyển hoá thành “lực quán tính” trong chuyển động thẳng hay “lực ly tâm” trong chuyển động cong.

b) Trường hợp ô tô chuyển động theo đoạn đường cong

- Tình huống thứ nhất: mặt đường nằm ngang (xem Hình 12)



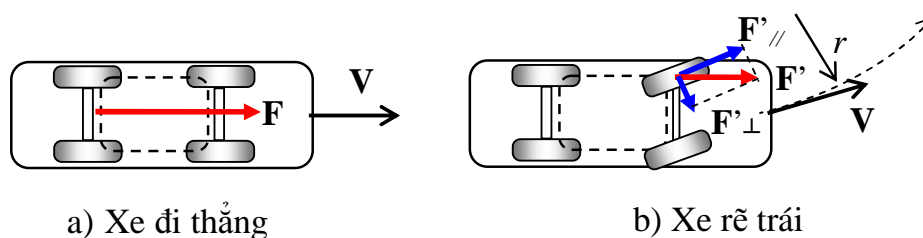
Hình 12. Lực hướng tâm tác động lên vật chuyển động theo đường cong ngang

Lúc này, người ta cũng cho rằng vai trò của lực hướng tâm là lực ma sát nghỉ: $F_{ht} = F_{ms}$ (xem trang 124 ở [13]). Nhưng như trên chúng ta đã thấy không biết do vô tình, hay hữu ý mà người ta đã lờ đi một thực tế không thể chối cãi đó là: *lực ma sát*

nghe không thể xuất hiện nếu vật không có xu thế chuyển động, cũng có nghĩa là không có lực tác động ngược chiều với xu thế ấy, vì lực ma sát vốn là lực thụ động, không phải là lực cơ bản. Nói một cách chính xác là nếu không có lực ly tâm (cũng tức là "lực quán tính"), thì lực ma sát hướng tâm này không có cơ may xuất hiện. Đây là còn một "chi tiết" cực kì quan trọng nữa đó là điểm đặt của lực hướng tâm (nếu có) lẽ ra phải là tại tâm quán tính của xe (điểm đặt của trọng lực) chứ đâu có phải là ở dưới bánh xe như là lực ma sát đâu?

Nhưng nếu không phải là lực ma sát nghe thì lực hướng tâm có bản chất là gì? Thật sự không có câu trả lời!

Nhưng người ta vẫn "có đám ăn xôi" tìm cách nguy biện rằng: một khi xe đã chuyển động theo đường cong, mà không phải thẳng đều thì nó phải có gia tốc (xét thuần túy về phương diện động học) và theo tính toán, gia tốc này có hướng về tâm, nên gọi là "gia tốc hướng tâm"; từ định luật 2 Newton (1) có thể xác định được ngay lực tác động và vì hướng của lực trùng với hướng của gia tốc, nên có thể gọi một cách "hợp lý" là "lực hướng tâm"! Chẳng lẽ không có nhà vật lý nào biết lái xe ô tô hay xe máy (kể cả là xe đạp) bao giờ hay sao mà lại vẫn cứ tin vào cái "điều nhảm nhí" ấy chứ? Tại sao cái ô tô chạy được? – Là nhờ động cơ quay bánh xe sau tác động lên mặt đường để đẩy xe đi (xem trên Hình 13a). Tại sao xe lại có thể thay đổi được hướng chuyển động? – Là nhờ thay đổi hướng của bánh xe trước (trên Hình 13b thể hiện lực tác động lên một trong hai bánh trước).

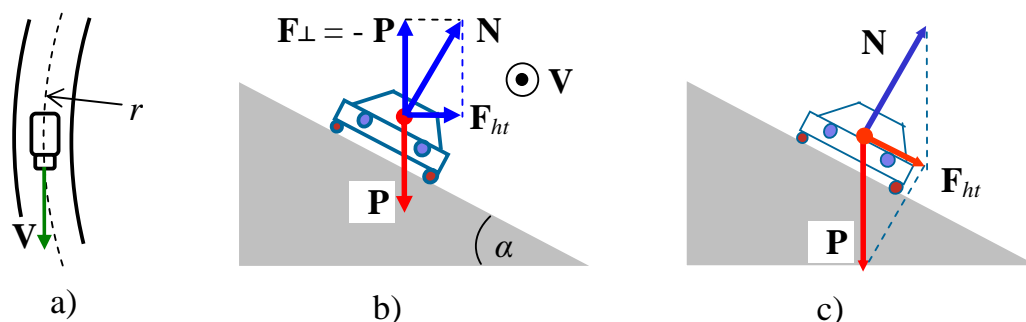


Hình 13. Sự hình thành lực ly tâm F'_{\perp} của xe ô tô chạy theo đường cong

Khi đó, lực tác động lên bánh xe trước F' (sinh ra từ lực F) làm xuất hiện hai thành phần vuông góc với nhau trong đó F'_{\parallel} – là thành phần song song với bánh xe trước có tác dụng đẩy xe ô tô theo hướng của nó; F'_{\perp} – là thành phần vuông góc với bánh xe, đó chính là lực ly tâm mà ta đang nói đến; nó cũng được xác định theo biểu thức (28). Trong trường hợp này, cơ hội duy nhất để hình thành cái gọi là “lực hướng tâm” như các nhà vật lý mong đợi chỉ là do có lực ly tâm F'_{\perp} này mà thôi; “lực hướng tâm” ấy chính là lực ma sát của mặt đường tác động chống lại lực ly tâm kể trên.

Những điều vừa nói cũng đúng với xe máy hay xe đạp.

- Tình huống thứ hai: mặt đường nằm nghiêng (xem Hình 14)



Hình 14. Lực hướng tâm tác động lên vật chuyển động theo đường cong nghiêng.

Lúc này, người ta lại cho rằng lực hướng tâm là thành phần nằm ngang của lực pháp tuyến \mathbf{N} như trên Hình 14b (xem trang 125 ở [13]):

$$F_{ht} = N \sin \alpha, \quad (30)$$

còn thành phần thẳng đứng của lực pháp tuyến \mathbf{N} này:

$$F_{\perp} = N \cos \alpha \quad (31)$$

là để cân bằng với trọng lực \mathbf{P} của xe:

$$N \cos \alpha = mg. \quad (32)$$

Bằng cách này dường như người ta có thể lý giải được nguồn gốc của lực hướng tâm – trong trường hợp này không phải do lực ma sát sinh ra nữa, mà là do lực pháp tuyến(?). Nhưng không mấy khó khăn để có thể chỉ ra được điểm sai lầm ở đây. Rõ ràng, nếu $\alpha \rightarrow 90^\circ$, thì $\cos \alpha \rightarrow 0$ và do đó vế trái của (32) không thể nào cân bằng được với vế phải của nó trừ phi $N \rightarrow \infty$! Mà điều này là không thể! Vậy sẽ lý giải ra sao đây đối với trường hợp diễn viên xiếc đi ô tô trên thành một ống hình trụ thẳng đứng ($\alpha = 90^\circ$)?

Đây là chưa kể đến nguồn gốc của lực pháp tuyến này là do đâu mà có? Chẳng phải nó chỉ có thể được hình thành khi có lực nén lên bề mặt của 2 vật hay sao? Tức là lực này ở đây chỉ có thể xuất phát từ trọng lực \mathbf{P} , chính xác hơn là từ một thành phần của \mathbf{P} tác động vuông góc với mặt đường:

$$P_{\perp} = P \cos \alpha = mg \cos \alpha \quad (33)$$

và do đó sẽ làm xuất hiện lực pháp tuyến bằng về giá trị nhưng ngược về hướng:

$$\mathbf{N} = -\mathbf{P}_{\perp} \quad (34)$$

tức là lực pháp tuyến về nguyên tắc không bao giờ lớn hơn được lực tác động lên bề mặt đó, ở đây là trọng lực \mathbf{P} . Song từ (32) thì thấy nó có thể $\rightarrow \infty$ trong khi \mathbf{P}_{\perp} chỉ có

thể là một giá trị hữu hạn, như thế chẳng lẽ không là điều phi lý sao? Thậm chí một số tác giả còn gán luôn tổng hợp của hai lực thành phần: trọng lực \mathbf{P} và lực pháp tuyến \mathbf{N} là lực hướng tâm (xem mặt cắt ngang ở Hình 14c) – một sự phi lý hoàn toàn không thể chấp nhận được! Lực này chỉ là thành phần tiếp tuyến của \mathbf{P} với mặt đường thôi mà?

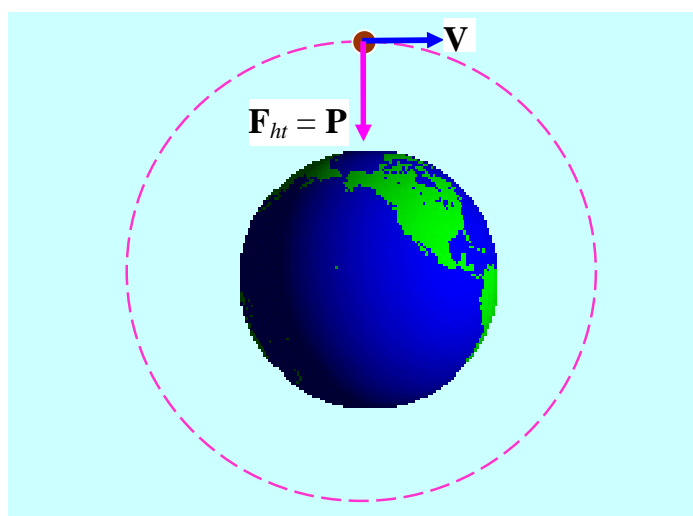
Điều đó cũng có nghĩa là chuyển động cong không sinh ra “lực hướng tâm” mà là “lực ly tâm” – đó là lực thật do tương tác với trường trọng lực của Trái đất mà có. Chỉ khi đó mới giải thích được sự xuất hiện của lực pháp tuyến \mathbf{N} , giống như đã làm xuất hiện lực ma sát hướng tâm trong các thí dụ trước. Để có thể tin chắc điều này, một câu hỏi được đặt ra là: “Liệu có trường hợp nào chuyển động cong hoàn toàn không gây ra lực hướng tâm không?” Ta sẽ làm sáng tỏ câu hỏi này ở các mục tiếp theo.

2. Chuyển động cong với lực hướng tâm có căn nguyên từ trọng lực

a) Chuyển động của các vệ tinh trên quỹ đạo tròn quanh Trái đất

Hiện tượng này hoàn toàn khác với trường hợp chuyển động quay tròn đều vừa xem xét ở trên, khi mà giờ đây lực hướng tâm lại đóng vai trò là lực chủ động, "có sẵn" từ trước chứ không phải do lực ly tâm xuất hiện hay do xu thế chuyển động của vật thể mà gây ra. Trong khi đó, lực ly tâm thực sự là ngoại lực cần thiết để tác động lên vật nhằm cân bằng với lực hướng tâm của trường lực thế; nếu như không có ngoại lực này, vật đã rơi tự do về phía tâm của trường lực thế đó. Ta sẽ làm rõ điểm này.

– Theo quan niệm “quán tính tự thân”



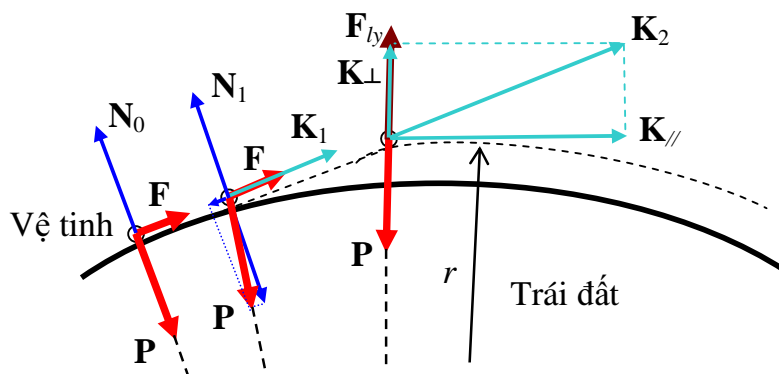
Hình 15. Trong HQC Trái đất, vệ tinh chuyển động trên quỹ đạo được cho là chỉ chịu tác động của lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} , mà không có lực ly tâm \mathbf{F}_{ly}

Theo quan niệm này, người ta không hề quan tâm tới bản chất vật lý của các lực tác động, mà chỉ căn cứ vào tính chất động học của chuyển động: thẳng, đều, nhanh dần, cong, tròn v.v.. Chính vì thế, mọi kết luận đã sử dụng cho trường hợp trước cũng được xem là đúng cho trường hợp này như được mô tả trên Hình 15, nên ta sẽ không đi sâu vào phân tích nữa.

Chỉ có một nhận xét rằng: không lẽ theo người quan sát ở trên Trái đất thì các nhà du hành vũ trụ không rơi vào trạng thái không trọng lượng sao? Vì họ vẫn chịu tác động bởi trọng lực (tức là lực hướng tâm F_{ht}) kia mà? Trong khi bản thân con tàu đầu có rơi về phía Trái đất, tức là vẫn còn “vật cản” dưới chân họ, nên làm gì có trạng thái rơi tự do đầu mà bảo là “không trọng lượng”? Điều này là phi lý!

– Theo quan niệm “quán tính phụ thuộc”

Để đặt được vệ tinh nhân tạo có khối lượng M lên quỹ đạo có bán kính r , cần phải sử dụng tên lửa có sức đẩy đủ lớn để cho vệ tinh đạt được tốc độ tương ứng với quỹ đạo đó. Sức đẩy của tên lửa chính là “ngoại lực” so với hệ “vệ tinh – Trái đất”; nó đóng vai trò là “xung lực” tác động vào vệ tinh và vào thời điểm vệ tinh lên được quỹ đạo, tên lửa được tách ra như được chỉ ra trên Hình 16.



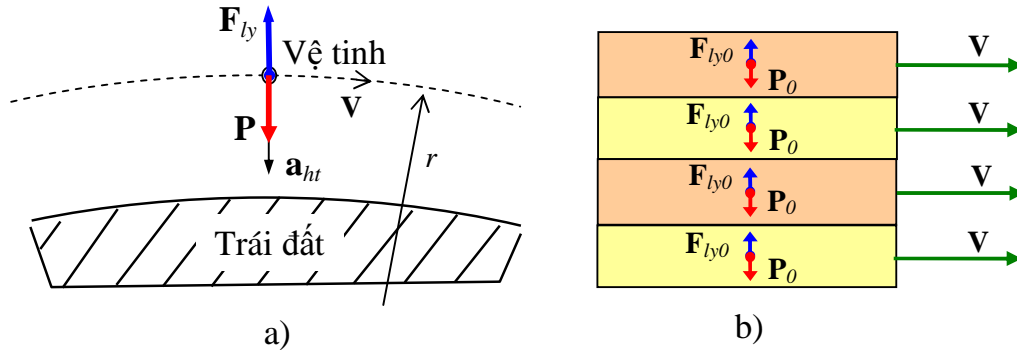
Hình 16. Đặt vệ tinh nhân tạo lên quỹ đạo Trái đất có bán kính r

Như vậy, động năng ban đầu K_1 của vệ tinh có được chính là do ngoại lực (tác động của tên lửa), đảm bảo tạo ra lực ly tâm F_{ly} cân bằng được với lực hướng tâm như ở Hình 17a, lúc này chính là lực trọng trường P được xác định theo (18):

$$F_{ly} = -P, \tag{35}$$

Cần phải nhấn mạnh một điểm quan trọng là ở đây chẳng có bất cứ một lực hướng tâm nào được tạo ra trong toàn bộ quá trình chuyển động của vệ tinh từ lúc rời bệ phóng cho tới khi đã ở trên quỹ đạo, bất chấp cái gọi là “gia tốc hướng tâm” được rút ra từ động học mà nhờ đó theo định luật 2 Newton mới “tính ra” cái gọi là “lực hướng tâm”; hướng vào tâm chỉ có một lực duy nhất là trọng lực P của vật chỉ phụ

thuộc vào định luật vạn vật hấp dẫn của Newton mà không phụ thuộc gì vào chuyển động của vệ tinh cả. Khi vệ tinh đã ở trên quỹ đạo bán kính r , chính trọng lực này đóng vai trò là “lực hướng tâm”.



Hình 17. Trạng thái không trọng lượng của vệ tinh ngay trong HQC Trái đất

Để thuận tiện ta biểu diễn lại (18) dưới dạng:

$$\mathbf{P} = M\mathbf{g}, \tag{36}$$

ở đây \mathbf{g} – là cường độ trường trọng lực hay còn gọi là gia tốc trọng trường:

$$\mathbf{g} = -\frac{\gamma M_D}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}. \tag{37}$$

Mặt khác, HQC gắn với Trái đất có thể được xem là quán tính vì ta không quan tâm tới sự tự quay của nó, nên có thể thay (10) vào (1) và ta nhận được biểu thức lực hướng tâm trong HQC này có dạng:

$$\mathbf{F}_{ht} = M\mathbf{a}_{ht}. \tag{38}$$

Cân bằng (36) với (38), ta được:

$$\mathbf{g} = \mathbf{a}_{ht}. \tag{39}$$

Nếu chỉ xét thuần túy từ phương diện động học, thì lúc này vệ tinh có gia tốc hướng tâm được xác định theo biểu thức (20) do đó, sau khi thay vào (39) và tiếp theo là (36), ta có:

$$\mathbf{P} = -\frac{MV^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r}. \tag{40}$$

Thay thế (40) vào (35), ta được:

$$\mathbf{F}_{ly} = \frac{MV^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r}. \tag{41}$$

Hay tính đến sự tương đương giữa khối lượng quán tính với khối lượng hấp dẫn (17), ta có thể viết:

$$\mathbf{F}_{ly} = \frac{\tilde{m}V^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r}. \quad (42)$$

Như vậy, lực ly tâm \mathbf{F}_{ly} được xác định theo (42) là lực thật hoàn toàn trong HQC quán tính (của Trái đất), chứ không còn là lực “ảo” hay “biểu kiến” nữa. Nhưng điều quan trọng hơn cả là sau khi vệ tinh nhận được lực tác động này từ tên lửa đẩy, nó sẽ chuyển động trong trạng thái nội năng không thay đổi chứ không có sự chuyển hoá nào (thành nhiệt năng) được diễn ra như trường hợp vật quay tròn quanh tâm không phải là tâm trường trọng lực ở Mục III.1 vừa xét. Điều này được minh họa trên Hình 17b, khi giả sử có thể chia vệ tinh thành nhiều lớp (ví dụ là 4 lớp) có khối lượng hấp dẫn bằng nhau $M_0 = M/4$ do đó trọng lực tác động lên nó cũng như nhau: $\mathbf{P}_0 = \mathbf{P}/4$. Và vì tất cả các phần tử của nó đều chuyển động với cùng một tốc độ V như nhau và không thay đổi trong suốt thời gian bay chứ không giảm dần như trường hợp ở Mục III.1 vừa nói tới, nên đương nhiên cả lực ly tâm (được xác định theo (42)) lẫn trọng lực (được xác định theo (18)) tác động lên tất cả các phần tử đều như nhau và trạng thái cân bằng (35) cũng được duy trì trong suốt thời gian bay trên quỹ đạo. Điều này tương đương với sự bảo toàn không chỉ nội năng của vệ tinh, mà còn cả thế năng lẫn giá trị động năng của nó nữa. Điểm cuối cùng này đã mở đường cho chúng ta đến với một khái niệm mới về không gian vật chất như đã chỉ ra ở [7]. Không gian vật chất ở đây do trường lực thế này quy định – nó là dạng không gian cầu với tâm trùng với tâm của trường lực thế và vì thế, chuyển động tròn đều của vật mới chính là chuyển động “theo quán tính”. Quỹ đạo “tròn” lúc này lại là “đường thẳng” của không gian vật chất mà vật thật sự tồn tại trong đó. Sự tồn tại lực ly tâm ở đây là một minh chứng về sự hiện hữu của thế giới xung quanh đối với vật thể sở hữu trường lực thế nói trên, là khẳng định về tính tồn tại phụ thuộc lẫn nhau mà không thể là độc lập hay “cô lập” như cơ học chính thống muốn tách sự vật ra để nghiên cứu một cách riêng lẻ.

b) Chuyển động của xe ô-tô trên đoạn đường lồi lên, lõm xuống

Đối với trường hợp xe ô tô chạy vào đoạn đường lồi lên với bán kính r như ở Hình 18a, giống như với trường hợp chuyển động của các vệ tinh trên quỹ đạo tròn vừa xem xét ở trên, người ta cho rằng tại đỉnh đoạn đường lồi lên, ô-tô chỉ chịu tác động bởi 2 lực theo phương thẳng đứng: trọng lực \mathbf{P} xác định theo (30), và lực pháp tuyến của mặt đường \mathbf{N} (hướng theo chiều ngược lại) như trên Hình 18b [14].

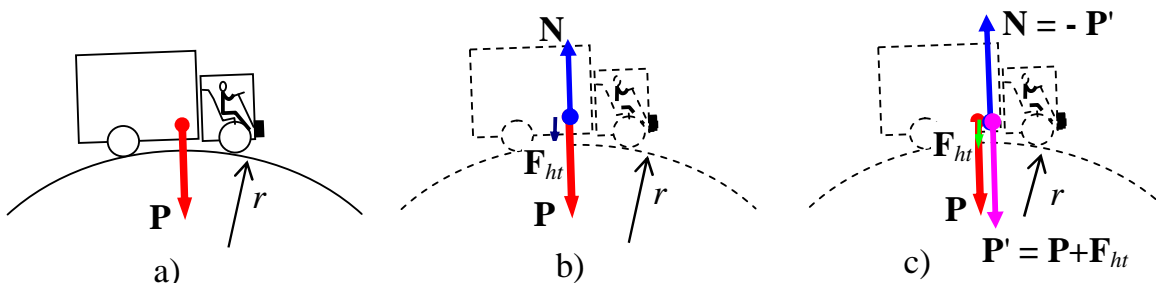
Cho rằng xe chạy với gia tốc \mathbf{a}_{ht} , theo định luật 2 Newton người ta có thể viết:

$$m\mathbf{a}_{ht} = \mathbf{P} + \mathbf{N}. \quad (43)$$

Người ta nói là thay \mathbf{a}_{ht} (từ (20)) và \mathbf{P} (từ (36)) vào (43), rồi bỏ qua dấu véc tơ để được:

$$m \frac{V^2}{r} = mg - N, \quad (44)$$

nhưng thật ra, họ đã bỏ dấu véc tơ trước rồi mới thay vào (43) và nhờ đó mới nhận được (44)!



Hình 18. Chuyển động của ô-tô trên mặt đường lồi lên

Từ đây, có thể rút ra lực pháp tuyến N :

$$N = m \left(g - \frac{V^2}{r} \right). \quad (45)$$

Nếu chỉ xét thuần tuý về mặt giá trị của đại lượng nhận được thì có vẻ như mọi việc đều ổn cả: $N < P$! và khi xe đạt gia tốc:

$$g = \frac{V^2}{r}, \quad (46)$$

nó sẽ rơi vào trạng thái “không trọng lượng” đúng như những gì xảy ra trên thực tế. Song, để đạt được điều này, người ta đã phải hy sinh cả tính vật lý lẫn tính chặt chẽ toán học, mắc một trong các lỗi nguy hiểm đối với luận chứng mà lô-gíc hình thức đã chỉ ra ở [15].

Thứ nhất, tại sao lực pháp tuyến N trên Hình vẽ 18b lại nhỏ hơn trọng lực P ? Ta biết rằng khi xe chạy trên đường bằng phẳng thì N bằng với P về độ lớn, chỉ ngược về hướng thôi. Vậy, lý do gì mà vẽ N nhỏ đi như vậy? Ngộ nhỡ nó lớn hơn thì sao?

Ở đây, về thực chất đã có một “phép tính nhằm” được thực hiện (trước khi áp dụng định luật 2 Newton) bằng “cảm tính” xuất phát từ thực tế rằng trọng lượng của xe lúc này phải nhỏ hơn lúc nó chạy ở đường bằng: $P' < P$, cụ thể là họ lựa chọn bằng hiệu của P và F_{ht} (?), bất chấp cả hai lực này có cùng một chiều:

$$P' = P - F_{ht} \quad (47)$$

để rồi từ đó mới có “lực pháp tuyến”:

$$N = P' = P - F_{ht}. \quad (48)$$

Tức là sự tham gia của lực ly tâm F_{ly} cũng đã được tính đến nhưng bằng một cách “thâm lặng” theo kiểu cảm tính chứ không phải bằng bản chất vật lý thật sự của sự vật và phương pháp toán học chặt chẽ. Khi thực hiện “phép tính nhầm” (47) và (48), người ta đã cố tình lờ đi đặc tính véc tơ của lực mà chỉ quan tâm tới giá trị của chúng; chỉ sau khi đã nhận được giá trị đúng của nó rồi, mới khoác cho nó cái “áo véc tơ” vào mà thôi và do vậy, chỉ việc thay cái gọi là “véc tơ pháp tuyến” \mathbf{N} vào công thức (1) nữa là xong. Vấn đề là nếu đặt hiệu như vậy thì có khác gì đặt tổng nhưng là với “lực ly tâm” \mathbf{F}_{ly} hay sao? Vì nó đúng bằng lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} về giá trị, nhưng ngược về hướng mà? Về phương diện vật lý, rõ ràng lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} và trọng lực \mathbf{P} cùng chiều nhau, đều hướng xuống dưới thì sao lại có thể đặt hiệu (47) như thế được? Hiệu ấy chỉ có nghĩa khi \mathbf{F}_{ht} chỉ được coi là một “cấu thành” của \mathbf{P} thôi chứ? Nếu là “trọng lượng” \mathbf{P} của xe chứ không phải là “trọng lực” \mathbf{P} thì lại là chuyện khác hẳn. Nhưng thực tế đâu có phải thế, nên lẽ ra chúng phải cộng với nhau như được chỉ ra trên Hình 18c mới đúng chứ?

Nói cách khác, “danh chính ngôn thuận” người ta từ chối “lực ly tâm” từ phương diện vật lý, nhưng lại đưa nó quay trở lại bằng “ảo thuật” toán học dưới cái “vỏ bọc” là “hiệu” (48) của hai đại lượng là trọng lực P và lực hướng tâm F_{ht} – như thế có khác gì đổi dấu cho lực hướng tâm F_{ht} để có được “lực ly tâm” F_{ht} đâu? Nhưng như thế đâu có được?

Thứ hai, một cách nghiêm túc, lẽ ra phải thay các đại lượng véc tơ tương ứng (20) và (36) vào định luật 2 Newton (43) như sau:

$$-m \frac{V^2}{r} \mathbf{r} = m\mathbf{g} + \mathbf{N}, \quad (49)$$

để rồi sau khi chuyển về các đại lượng tương ứng ta được:

$$-\mathbf{N} = m \left(\mathbf{g} - \frac{V^2}{r} \frac{\mathbf{r}}{r} \right). \quad (50)$$

Có nghĩa là véc tơ lực pháp tuyến \mathbf{N} ngược hướng với véc tơ trọng lực \mathbf{P} và véc tơ lực hướng tâm mới đúng. Đến bây giờ mới có thể chuyển thành modul một cách chính xác:

$$N = m \left(g + \frac{V^2}{r} \right). \quad (51)$$

Tuy nhiên, lúc này lại nhận được kết quả ngược lại so với thực tế là biểu thức (45). Điều tương tự cũng xảy ra đối với trường hợp xe chạy vào đoạn đường lõm xuống: dấu “-” trong biểu thức (45) bây giờ đổi thành dấu “+”. Có lẽ chính bởi lý do này mà người ta đã phải áp dụng cái “hạ sách” làm “thuật toán học” giống như với

biểu thức cơ năng của vật trong trọng trường đã được tác giả phát giác cách đây gần 3 năm về trước [16, 17], cũng với cùng một cách “đánh tráo” dấu như vậy.

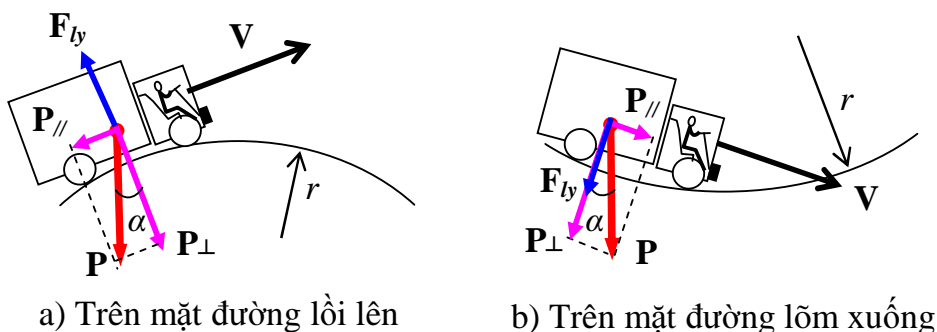
Từ đây có thể thấy vấn đề nghiêm trọng hơn nhiều: về thực chất trong chuyển động này, không sinh ra lực hướng tâm mà chỉ có lực ly tâm! Kết quả là trọng lượng của vật mới bằng “hiệu” của trọng lực và lực ly tâm này – là hai véc tơ ngược chiều nhau:

$$P' = P - F_{ly} \quad (52)$$

chứ không phải là hiệu của hai véc tơ cùng chiều nhau (47)!!!

Thật là một sự bất cập không còn lời nào để diễn tả: vật lý đã chẳng ra vật lý, mà toán học cũng chẳng ra toán học nữa!!!

Đối với chuyển động cong, vật sẽ bị tác động bởi “lực ly tâm” cho dù đứng ở HQC nào: quán tính hay phi quán tính. Và thực tế chẳng nhẽ lại không phải như vậy sao? Hãy nhìn lên Hình 19 trình bày các lực thực sự tác động vào ô tô chuyển động mới thấy được hết sự phi lý đó.



Hình 19. Chuyển động của ô-tô trên mặt đường lồi, lõm không sinh ra lực hướng tâm

Khi ô tô chuyển động trên đoạn đường lồi lên (xem Hình 19a), nó có xu thế “bốc lên” khỏi mặt đường bởi chính động năng của nó; động năng ấy đã sinh ra lực ly tâm F_{ly} cho nó, khiến cho trọng lượng P' của nó giảm xuống, cũng tức là lực pháp tuyến $N = -P'$ giảm xuống (trên hình vẽ không chỉ ra các lực này để đỡ rối):

$$P' = P_{\perp} - F_{ly}, \quad (53)$$

ở đây:

$$P_{\perp} = P \cos \alpha \quad (54)$$

là thành phần của trọng lực P tác động vuông góc với mặt đường; nó hoàn toàn không phụ thuộc gì vào chuyển động của ô tô cả: ở tại vị trí đó, nó vẫn luôn được xác định bằng biểu thức (54) kể cả khi đang đứng yên. Ở vị trí của đỉnh dốc, tương ứng với $\alpha = 0$, nó đúng bằng P như đã thấy trên Hình 18.

Chẳng có bất cứ cơ chế vật lý nào để làm xuất hiện cái gọi là “lực hướng tâm” ở đây, kể cả là để chống lại lực ly tâm như với các dạng chuyển động cong đã xét ở mục III.1 cũng không! Có thể thấy rất rõ là ngay cả trong HQC gắn với ô tô, người lái xe cũng không hề thấy có một lực nào “ép” mình xuống ghế cả. Trong chúng ta, chẳng có ai lại không từng được đi ô tô qua các đoạn đường lồi lõm như thế. Đặc biệt là ở trò chơi xe trên cầu trượt: mỗi lần xe đi vào đỉnh đoạn đường cong lên, ta có cảm giác như bị bay ra khỏi xe – đó chính là lực ly tâm mà?

Khi công nhận điều này, việc giải bài toán ô tô chuyển động trên đoạn đường lồi lên ở Hình 18 sẽ trở nên hoàn toàn phù hợp với thực tế. Kết quả theo biểu thức (45) lại được khôi phục mà không gặp phải bất kỳ một vướng mắc nào. Tương tự như vậy, mọi bất cập liên quan tới “lực hướng tâm” trong chuyển động cong đều được giải toả hết khi thay “lực ly tâm” (42) vào vị trí của \mathbf{a}_{ht} ở biểu thức (43).

Tương tự như vậy khi ô tô chuyển động trên đoạn đường lõm xuống (xem Hình 19b), nó có xu thế “cắm xuống” mặt đường bởi chính động năng của nó; động năng ấy đã sinh ra lực ly tâm cho nó, khiến cho trọng lượng \mathbf{P}' của nó tăng lên:

$$\mathbf{P}' = P_{\perp} + F_{ly}. \quad (53)$$

Kế đến là làm xuất hiện lực pháp tuyến \mathbf{N} , vì cũng có hướng về tâm của đường cong nên cũng có thể gọi là lực hướng tâm, nhưng lực này lại độc lập hoàn toàn với cái gọi là “lực hướng tâm” tính được từ động học, hay với phản lực tác động của lực ly tâm như đã biết.

IV. KẾT LUẬN

Từ tất cả các thí dụ ở trên cho ta thấy càng cố né tránh lực quán tính (bao gồm cả lực ly tâm) bao nhiêu, càng gây nên bất cập bấy nhiêu. Sự xuất hiện “lực hướng tâm” trong chuyển động cong như đã nói ở trên chỉ thuần túy được rút ra từ phân tích động học dạng chuyển động để có được “gia tốc hướng tâm”, rồi sau đó mới áp dụng định luật 2 Newton để đưa vào khái niệm “lực” đó; nó không hề có một bản chất vật lý độc lập nào như lực ly tâm cả.

Vấn đề là trong tất cả các trường hợp được xem xét, cho dù vật có đang chuyển động có gia tốc, chứ không phải đứng yên hay chuyển động thẳng đều, thì tổng hợp lực tác động lên vật cũng luôn bằng 0 – đó mới là bản chất đích thực của động lực học từ quan điểm “tồn tại phụ thuộc lẫn nhau”. Newton và hậu thế (ngoại trừ Mach) chỉ “nhìn thấy” một “nửa” của thế giới: những tương tác thuộc về chỉ riêng hai vật tương tác với nhau, còn “nửa kia” với vật thứ ba, nhưng lại quyết định tới trạng thái năng lượng của toàn bộ (ở đây là Trái đất và cả vũ trụ) thì lại bị “ẩn dấu” đi trong

hiện tượng quán tính những tương không ảnh hưởng gì tới lực tương tác của hai vật đó. “Nguyên lý Mach” [18] xét từ một góc độ nào đó tuy rất gần gũi với quan niệm “quán tính phụ thuộc” này, nhưng lại chỉ trông chờ vào cái gọi là “trường quán tính” thuần túy mang tính nhân tạo, không có trong thực tế.

Tạm thời có thể rút ra những những kết luận sau:

1. Bản chất của lực quán tính là tương tác thực giữa vật thể chuyển động có gia tốc với trường trọng lực của Trái đất nói riêng và với trường lực thế nói chung; nó bằng về giá trị với lực tác động lên vật, nhưng ngược về hướng, và là lực thật tồn tại không phụ thuộc vào HQC nào: quán tính hay phi quán tính chuyển động cùng với vật, chứ không phải “ảo” hay “biểu kiến” như bấy lâu nay người ta vẫn quan niệm.

2. Bác bỏ quan niệm cho rằng trong HQC quán tính, chuyển động cong của vật chỉ có “lực hướng tâm”, mà không có “lực ly tâm”; chính “lực ly tâm” này trong những điều kiện cụ thể sẽ làm xuất hiện “lực hướng tâm” mà vai trò của nó có thể là lực ma sát nghỉ, lực pháp tuyến, lực căng v.v..

3. Khẳng định trong chuyển động cong với lực hướng tâm có căn nguyên từ trọng lực như chuyển động của các phương tiện giao thông trên đoạn đường lồi lên, của vệ tinh v.v..., không hề có lực hướng tâm nào được sinh ra cả, mà chỉ sinh ra lực ly tâm mà thôi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] В.В. Козлов, А.О. Хариин. *Принцип относительности и силы инерции*. Московский государственный университет иб Ломоносова, УДК 531.01, 1991г.
- [2] C. Johan Masreliez, Redmond, WA. *On the Origin of Inertial Force*. *Aperion*, Vol.13, No. 1, January 2006.
- [3] Л.И. Мандельштам. *Еще раз о силах инерции*. Успехи физических наук, Т. XXVIII, 1946.
- [4] I. Newton. *Mathematical Principles of Natural Philosophy: A New Translation*, tr. I. B. Cohen and Anne Whitman, preceded by “A Guide to Newton's *Principia*” by I. B. Cohen, Berkeley: University of California Press, 1999.
- [5] Nguyễn Hữu Minh. *Cơ học lý thuyết*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2001.
- [6] Bộ môn Vật lý, Trường Đại học công nghiệp Tp. HCM. *Giáo trình Vật lý đại cương - Tập1: Cơ - Nhiệt - Điện*, 2006

- [7]. Vũ Huy Toàn. *Con đường mới của vật lý học*, NXB Khoa học & Công nghệ, Hà nội, 2007.
- [8]. Vũ Huy Toàn. *Bản chất của khối lượng quán tính và ảnh hưởng của nó tới vật lý học*, 2007
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2007/07/2-anchatcuakhoiluongquantidadinh.pdf>
- [9]. Vũ Huy Toàn. *Cơ sở của vật lý học hiện đại*, 2007
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2007/07/2-cosocuvlyhochiendai.pdf>
- [10]. Vũ Huy Toàn. *Tương tác điện*, 2008
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2008/01/tuong-tac-dien.pdf>
- [11] Vu Huy Toan. *Least – action Principle and quantum Mechanics*. Proceedings of IMFP-2005 – International Meeting on Frontiers of Physics, Kuala Lumpur, 2005.
- [12] Vũ Huy Toàn. *Năng lượng của thực thể vật lý trong trường lực thế*, 2007
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2007/07/3-nangluongtrongtruongthe.pdf>
- [13] Trần Ngọc Hối, Phạm Văn Thiều. *Vật lý đại cương, Các nguyên lý và ứng dụng. Tập 1: Cơ học và nhiệt học*, 2006.
- [14] Е. И. Бутиков А. С. Кондратьев. *Физика 1 – Механика*. Физматлит. Москва – Санкт – Петербург – 2000.
- [15] В. И. Кирилов, А. А. Старченко. *Логика*. Москва, 1987.
- [16] Vũ Huy Toàn. *Xét lại định luật bảo toàn cơ năng của vật thể trong trường lực thế*, 2008.
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2008/12/xet-lai-dinh-luat-bao-toan-co-nang5.pdf>
- [17] Vũ Huy Toàn. *Bổ sung cho bài “Xét lại định luật bảo toàn cơ năng”*, 2010
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2010/02/phan-bo-sung.pdf>
- [18] A. Einstein, L. Infeld. *Sự tiến triển của vật lý học*. Lê Minh Triết dịch, NXB Khoa học & kỹ thuật, 2006.