

NHỮNG BẤT CẬP KHI ÁP DỤNG ĐẠI SỐ VÉC TƠ VÀO VẬT LÝ

Vũ Huy Toàn

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

Email: vuhuytoan@conincomi.vn

Tóm tắt

Toán học là một công cụ không thể thiếu đối với vật lý lý thuyết nhằm nghiên cứu các quy luật vận động của thực tại khách quan, nhưng bất quá nó cũng chỉ là mô hình chứ không thể thay thế được thực tại khách quan. Sự không phù hợp trong nhiều trường hợp cần phải được tính đến chứ không thể nhắm mắt làm ngơ. Trong bài, tác giả đã hệ thống hoá những bất cập do sử dụng đại số véc tơ làm mô hình trong cả tĩnh học, lẫn động học chất điểm của vật lý cổ điển dẫn đến những bất cập không chỉ trong cơ học kết cấu, mà trong cả động lực học chất điểm Newton.

Từ khoá: *Véc tơ, tổng hợp và phân tích lực, tĩnh học, động học chất điểm*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bấy lâu nay, người ta sử dụng toán học như một công cụ không thể thiếu đối với vật lý lý thuyết đến mức dần dần quên mất hẳn vai trò là “công cụ” của nó, mà đồng nhất luôn nó với vật lý, thậm chí là với cả chính thực tại khách quan – là thế giới mà chúng ta đang sống. Đó là một quan niệm hết sức lệch lạc, là một trong những nguyên nhân dẫn đến cuộc khủng hoảng vật lý học suốt thế kỷ XX vừa qua. Thật ra, điều này từ lâu đã được chính Newton cảnh báo: “Vật lý! Hãy cẩn trọng với siêu hình!”. Nhưng thật đáng tiếc, lời cảnh báo này đã bị hậu thế đã bỏ ngoài tai, thậm chí còn bị coi là “ấu trĩ”. Mặc dù qua những bài viết [1, 2, 3] của tác giả, đã thấy được sự thiếu lành mạnh này, cụ thể là những bất cập của đại số véc tơ khi ứng dụng vào cơ học kết cấu. Nhưng để giúp những người thực sự yêu thích vật lý nhận thức được vấn đề này một cách rõ ràng và toàn diện hơn, tác giả hệ thống hoá những bất cập đã được tác giả trình bày trước đây lần những bất cập mới được phát hiện, như một phần bổ sung cho bài viết “Những nghịch lý và bất cập của vật lý học” [4]. Cũng cần phải nói thêm rằng khi viết cuốn sách “Con đường mới của vật lý học” [5], chính tác giả cũng chưa lường hết được những bất cập đó, khi cho rằng chỉ có động lực học cần phải thay đổi, còn phần tĩnh học và động học chất điểm có thể giữ nguyên, chỉ lưu ý về tính thực tiễn của cái gọi là “điểm đặt” của véc tơ mà thôi. Nhưng khi phải giải quyết vấn đề lực quán tính – vốn là một điểm “nhức nhối” của cơ học cổ điển cho đến tận ngày nay: đã là “lực tác động” mà lại không có phản lực, cũng tức là không có vật nào “tác động” để “nhận lại” phản lực của vật “bị tác động”, trong khi lực chỉ là độ đo của tương tác, mà đã tương tác thì phải có ít nhất từ 2 vật trở lên; đã là “biểu kiến” hay là “ảo” nhưng lại cân bằng được với lực thật..., tác giả mới phát hiện ra nguyên nhân nằm ở động học chất điểm chứ không phải ở

động lực học, hay ở chính tự nhiên mà người ta phải chấp nhận kiểu: “Trời sinh ra thế” cả.

Như đã biết, cơ học cổ điển được chia thành 3 phần tương đối độc lập nhau: tĩnh học, động học và động lực học, trong đó những phần sau áp dụng các kết quả nhận được của các phần trước đó, nhưng hoàn toàn không tính đến sự ảnh hưởng ngược lại: động lực học lên động học và tĩnh học, hay động học lên tĩnh học. Chính vì vậy, bài viết này sẽ cung cấp thêm một manh mối rất quan trọng nhằm khắc phục những bất cập của vật lý học mới được tác giả phát hiện gần đây như vừa nhắc tới, cũng là để tiếp tục đưa vật lý tiến lên theo “Con đường mới” này một cách ngày một vững chắc hơn. Qua đó một lần nữa tái khẳng định tính đúng đắn của “Con đường” mà tác giả đã lựa chọn: xây dựng lại “Toà lâu đài vật lý” thật sự từ đầu theo quan điểm tồn tại phụ thuộc lẫn nhau trên cơ sở phương pháp luận của phép biện chứng duy vật.

Để thuận tiện cho việc phân tích, chúng ta sẽ nhắc lại mấy nét cơ bản của đại số véc tơ ứng dụng vào vật lý. Trước hết, véc tơ là một đại lượng có hướng; tập hợp các đại lượng ấy hình thành nên không gian véc tơ. Trong không gian này, mỗi véc tơ mô phỏng một đại lượng vật lý có hướng xác định, được ký hiệu bởi mũi tên (\rightarrow) có các đặc điểm sau:

1. Chiều dài mũi tên (véc tơ) thể hiện độ lớn của đại lượng vật lý;
2. Điểm đặt của mũi tên (véc tơ) thể hiện đối tượng sở hữu đại lượng vật lý.
3. Hướng của mũi tên (véc tơ) thể hiện hướng của đại lượng vật lý;
4. Để có thể thực hiện được các phép tính đại số giữa các véc tơ, các véc tơ đó phải đồng quy.

Bên cạnh đó, việc tịnh tiến véc tơ trong đại số véc tơ không được coi là một thuật toán vì trong không gian toán học, mỗi điểm của nó chỉ là một điểm hình học thuần túy không chứa đựng một thông tin vật chất nào, nên yêu cầu thứ 4 về cơ bản hầu như lúc nào cũng có thể được đáp ứng. Tuy nhiên, trong vật lý, khi phải đối mặt với thế giới vật chất thực, hữu hình, luôn luôn vận động thì việc dịch chuyển điểm đặt của véc tơ (vốn mô phỏng một đại lượng vật lý nào đó thuộc sở hữu của đối tượng vật chất cụ thể đang xét) sẽ làm sai đi bản chất của sự vật, dẫn đến những kết luận sai lầm ngay từ đầu của phần động học chất điểm. Nói cách khác, sự đồng quy này phải được hiểu không chỉ về phương diện không gian, tức là đặt vào cùng một điểm, mà cả về phương diện thời gian, tức là vào cùng một thời điểm (mà các véc tơ đặt vào điểm đó). Trong bài này, những phân tích sẽ tập trung vào 3 đặc điểm cuối cùng đã gây nên những bất cập cho việc áp dụng mô hình véc tơ vào vật lý, đặc biệt

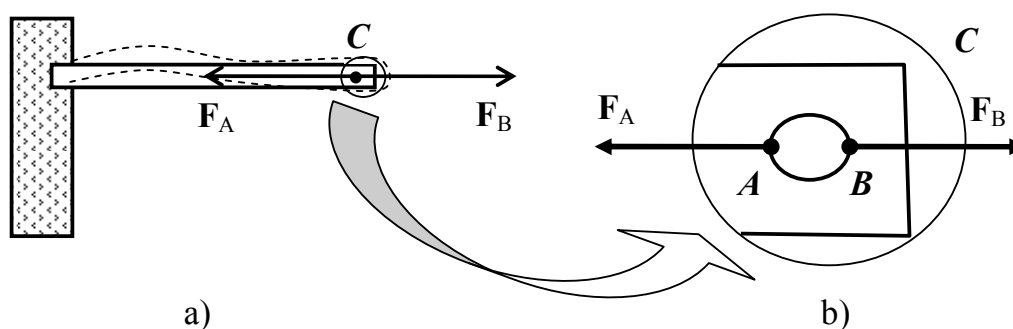
là với phần tĩnh học và động học chất điểm – những xuất phát điểm quan trọng làm cơ sở cho phần động lực học chất điểm của cơ học cổ điển. Nhờ đó, tác giả cũng đề xuất cần có sự hiệu chỉnh đại số véc tơ theo cách để nó thực sự trở thành công cụ hữu hiệu hơn cho vật lý học.

II. NHỮNG BẤT CẬP TRONG PHẦN TĨNH HỌC

1. Điểm đặt của véc tơ lực không phải là một điểm hình học

Ở [5], tác giả đã phân tích vấn đề này khá chi tiết trong trường hợp chung rồi, nên trong bài này tác giả chỉ muốn nhấn mạnh đặc điểm này riêng đối với véc tơ lực trong cơ học kết cấu thoi.

Mặc dù yêu cầu về tính đồng quy của các véc tơ là bắt buộc khi thực hiện các phép tính đại số đối với chúng (thường cũng được thể hiện trong việc phân tích hay tổng hợp lực sẽ nói tới sau này), nhưng cũng chính vì thế mà khi áp dụng đối với đại lượng vật lý đặc thù là lực tác động lên một đối tượng vật lý cụ thể trong cơ học kết cấu không hề đơn giản. Nó không giống như “chất điểm” trong động lực học khi người ta không quan tâm tới nội lực và hình dáng của vật chuyển động, mặc dù chính sự “không quan tâm” đó, tuy không làm thay đổi kết quả chuyển động của vật, nhưng lại làm biến mất mối quan hệ biện chứng giữa nội lực và ngoại lực của cùng một thực thể vật lý bị coi chỉ là “chất điểm” đó. Kết quả là đã làm méo mó bức tranh hiện thực về thế giới vật chất khi đưa ra cái gọi là “định luật bảo toàn cơ năng” và góp phần đưa vật lý tới khủng hoảng [6].



Hình 1. Tổng hợp lực lên “điểm đặt” là lỗ khoét C của con sơn bằng không, nhưng có thể khiến conxon hoàn toàn bị biến dạng

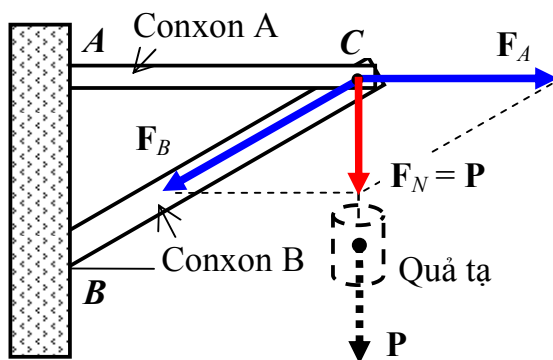
Theo đại số véc tơ, tổng hợp hai lực mà đặt lên cùng một “điểm” của một kết cấu cụ thể sẽ làm biến mất hai thành phần trực đối tác động lên kết cấu, trong khi hai thành phần này vẫn gây nên nội lực làm biến dạng kết cấu (xem Hình 1a). Để khắc phục tình trạng này, ứng với mỗi một lực tác động F_A và F_B nhất thiết phải có một điểm đặt A và B tương ứng cho nó (xem Hình 1b).

Việc mô hình hoá mỗi thanh chịu lực phải thể hiện được điều đó và do đó sẽ có được kết quả tính toán đầy đủ hơn, an toàn hơn khiến những chương trình tính toán hiện đang áp dụng trong cơ học kết cấu phải được viết lại, như chương trình Sap2000 chẳng hạn.

2. Bất cập trong phân tích lực

Khi một đối tượng vật lý phức tạp chịu một lực tác động theo một hướng nhất định nào đó, có thể dẫn đến những hệ quả ở những hướng khác nhau, người ta gọi đó là bài toán phân tích lực. Trong [1] và [2], tác giả đã thực hiện việc phân tích tương đối tỷ mỉ những bất cập nảy sinh trong việc giải một bài toán cơ học kết cấu cụ thể – là bài toán conxon. Có thể tóm tắt lại một cách ngắn gọn như sau:

- Theo cách hiểu thông thường, sẽ không có lực nào được phân tích ra cả, với nghĩa là từ một lực ban đầu, trở thành 2 hay nhiều lực khác thay thế cho lực ban đầu đó, mà chỉ có các lực có thể phát sinh dưới tác động của một lực ban đầu nào đó; chúng cùng tồn tại đồng thời với lực ban đầu ấy – đó là mới chính là “bài toán phân tích lực”. Sự tồn tại của lực ban đầu này sẽ gây nên mô men uốn cho cả kết cấu như được thể hiện trên Hình 2.



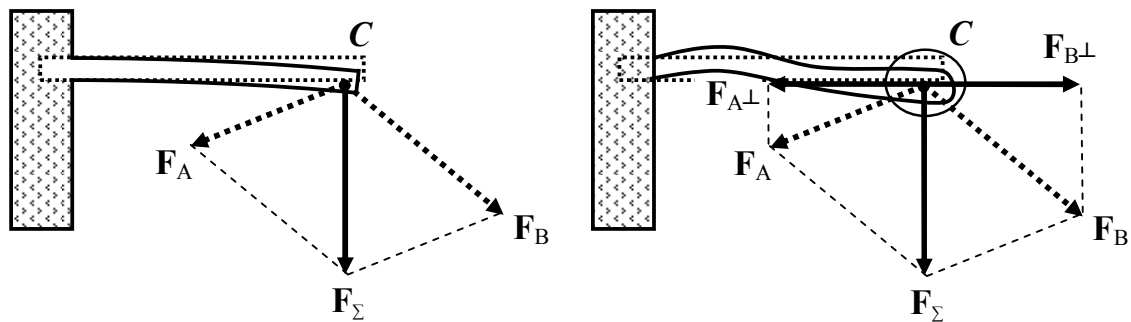
Hình 2. Lực ban đầu P trên thực tế không hề được thay thế bởi các lực F_B và F_A , trái lại, tất cả 3 lực này đều cùng đồng thời tồn tại

- Không có bất cứ cơ sở nào để cho rằng F_A là lực kéo thanh AC , còn F_B – là lực nén thanh BC khi chúng đặt lên cùng một điểm C chung cho cả hai thanh này (xem Hình 2). Quy tắc hình bình hành của đại số véctơ chỉ cho ta biết giá trị và hướng tác động của lực, nhưng vì điểm đặt của các lực lại chung nhau (đồng quy), nên không thể chỉ ra được lực nào sẽ tác động vào đối tượng nào (ở đây là các thanh AC và BC). Không lẽ lực F_A chỉ tác động lên thanh AC mà bỏ qua thanh BC khi mà chúng vẫn đang gắn chặt với nhau? Tương tự như vậy, không lẽ lực F_B chỉ tác động lên thanh BC mà bỏ qua thanh AC ? – Đây thực chất là bài toán không xác định: có nhiều lực tác động và có nhiều đối tượng bị tác động nhưng lại chỉ có một điểm đặt

duy nhất, thành ra việc gán những lực đó vào một đối tượng cụ thể chỉ là võ đoán và dẫn đến ngộ nhận? Kết quả là đã cường điệu hoá thái quá các lực kéo, nén tác động lên các thanh conxon, hoàn toàn không phù hợp với thực tế, làm tăng chi phí nguyên vật liệu trong xây dựng công trình.

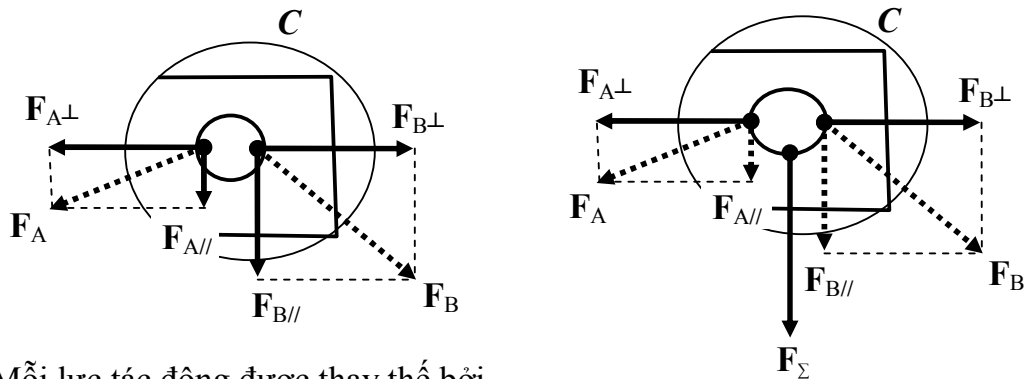
3. Bất cập trong tổng hợp lực

Trong [1, 2], tác giả đã phân tích sự thiếu sót của đại số véc tơ khi tổng hợp hai lực thành chỉ một lực duy nhất, cụ thể là luôn có các lực có thể phát sinh dưới tác động của hai, hay nhiều lực ban đầu nào đó; tất cả chúng, chứ không phải chỉ một lực nào đó mà có thể thay thế hoàn toàn các lực ban đầu ấy – đó mới chính là “bài toán tổng hợp lực”.



a) Tổng hợp lực theo cơ học hiện hành

b) Tổng hợp lực theo tác giả



c) Mỗi lực tác động được thay thế bởi 2 lực thành phần tương ứng

d) Kết quả của tổng hợp lực

Hình 3. Tổng hợp 2 lực F_A và F_B lên “điểm đặt” là lỗ khoét C của conxon chỉ có thể được thay thế bởi tối thiểu 3 lực: F_Σ , $F_{A\perp}$ và $F_{B\perp}$

Cụ thể là trong trường hợp đơn giản nhất như được chỉ ra trên Hình 3a, từ 2 lực ban đầu không trùng phương nhau F_A và F_B , theo cơ học hiện hành, có thể được thay thế bởi 1 lực F_Σ duy nhất chỉ có tác dụng uốn phẳng thanh conxon, nhưng trên thực tế, thanh conxon không chỉ bị uốn phẳng dưới tác động của F_Σ mà còn bị cong queo. Trên Hình 3b, những lực đã bị thay thế và được thể hiện bằng mũi tên có

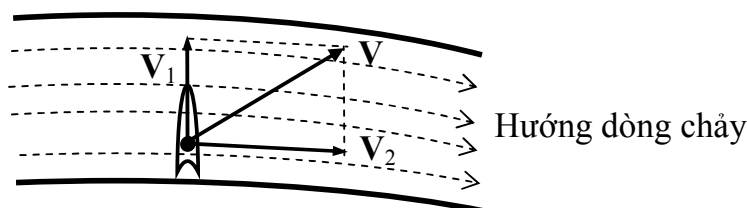
đường nét đứt (và mức độ biến dạng đã được phóng đại để minh họa). Những biến dạng phụ thêm này, theo tác giả [3], chỉ có thể là kết quả của sự xuất hiện cặp lực đối ngẫu $F_{A\perp}$ và $F_{B\perp}$, khi mà về thực chất, mỗi lực F_A và F_B làm phát sinh tác động không chỉ theo một hướng duy nhất là $F_{A//}$ và $F_{B//}$, mà còn ở hướng vuông góc với hướng đó, như đã được chỉ ra cụ thể ở Hình 3c. Tổng hợp lại, ta có được kết quả như trên Hình 3d.

Nói cách khác, tác động lên kết cấu chỉ có thể được thay thế bởi tối thiểu 3 lực trong đó có 1 lực được hình thành theo quy tắc hình bình hành thông thường và 2 lực khác trực đối theo phương vuông góc với lực thứ nhất và làm thay đổi nội lực của các phần tử (thanh, dàn, dầm...) liên quan tới “điểm đặt” của lực trong kết cấu đó. Như ở Hình 3 đã cho ta thấy: chúng phải được tính đến mà không thể loại bỏ đi như trong cơ học Newton, hay trong cơ học kết cấu hiện nay được. Chính vì vậy, tổng hợp lực không bao giờ là bài toán ngược của phân tích lực và ngược lại.

III. NHỮNG BẤT CẬP TRONG PHẦN ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

1. Bất cập trong việc mô hình hoá đại lượng vận tốc bằng véc tơ

Vận tốc có lẽ là đại lượng có hướng đầu tiên được xem là rất thành công khi áp dụng đại số véc tơ để mô phỏng và, cho tới tận bây giờ, không hề có bất kỳ một ý nghĩ nào nghi ngờ về tính hiển nhiên của nó. Còn gì dễ hiểu hơn khi một con thuyền chuyển động với vận tốc V_1 so với mặt nước của dòng sông khi chính dòng nước đó lại mang theo con thuyền chảy về xuôi với vận tốc V_2 như được biểu diễn nhờ các véc tơ trên Hình 4?

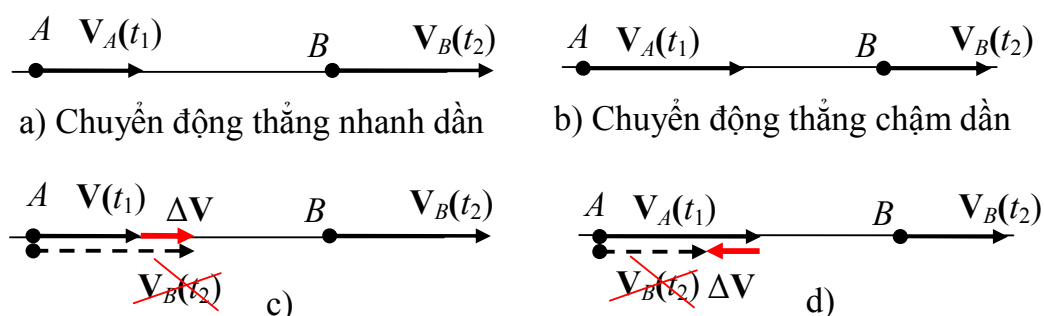


Hình 4. Véc tơ để mô hình hoá vận tốc

Về cơ bản, những đặc điểm của một véc tơ đã nêu ở trên đều được tuân thủ, do đó cộng hai véc tơ này lại, ta có được véc tơ vận tốc chuyển động của con thuyền so với bờ sông theo quy tắc hình bình hành (véc tơ tổng hợp V hoàn toàn có thể thay thế 2 véc tơ thành phần V_1 và V_2):

$$V = V_1 + V_2. \quad (1)$$

Tuy nhiên, đối với vận tốc một vật chuyển động trong một HQC nào đó, đại số véc tơ chưa phải là mô hình hoàn hảo. Trước hết, hãy bắt đầu từ chuyển động thẳng với 2 dạng đặc trưng: nhanh dần (xem Hình 5a) và chậm dần (xem Hình 5b).



Hình 5. Tịnh tiến các véc tơ vận tốc để thực hiện phép trừ

Có thể thấy ngay rằng điểm đặt của véc tơ vận tốc thay đổi liên tục từ vị trí A đến vị trí B tương ứng là $\mathbf{V}_A(t_1)$ và $\mathbf{V}_B(t_2)$ dẫn đến tính đồng quy (theo cả 2 nghĩa: đồng quy về không gian và “đồng quy” về thời gian) của các véc tơ này không còn thoả mãn. Do vậy, việc thực hiện các phép tính đại số đối với chúng thực chất là vô nghĩa? Còn việc phải thực hiện thêm phép tịnh tiến nữa như trên Hình 5c, d là đã làm méo mó đi bản chất của hiện tượng: véc tơ vận tốc thì bị dịch chuyển mà không gắn với đối tượng sở hữu nó (xem đặc điểm thứ 2 của véc tơ vừa nhắc tới ở trên) – xét về bản chất vật lý cũng là vô nghĩa nốt, bởi khi đó, $\mathbf{V}_B(t_2)$ đâu có còn mang ý nghĩa là “véc tơ vận tốc của vật tại thời điểm t_2 ” nữa? Do đó, véc tơ hiệu $\Delta\mathbf{V}$ nhận được đâu có phải là “hiệu của 2 vận tốc $\mathbf{V}_A(t_1)$ và $\mathbf{V}_B(t_2)$ ” nữa đâu:

$$\Delta\mathbf{V} \neq \mathbf{V}_B(t_2) - \mathbf{V}_A(t_1), \quad (2)$$

mà thực chất là:

$$\Delta\mathbf{V} = \mathbf{V}_A(t_2) - \mathbf{V}_A(t_1). \quad (3)$$

trong đó $\mathbf{V}_A(t_2)$ – là véc tơ vận tốc của vật tại thời điểm t_2 , nhưng bị gán cho vật khi nó đang ở điểm A chứ không phải ở điểm B ? Nói cách khác, bản thân các véc tơ $\mathbf{V}_A(t_1)$ và $\mathbf{V}_B(t_2)$ là có nghĩa trong không gian véc tơ đang xét, nhưng hiệu $\Delta\mathbf{V}$ của chúng lại vô nghĩa?

Như trên đã nói, là một đại lượng véc tơ, điểm đặt của nó phải thuộc sở hữu của một vật nào đó (chứ không đơn giản chỉ là một điểm hình học nào đó như đối với véc tơ thuần túy toán học), vì vậy, điểm đặt của $\Delta\mathbf{V}$ phải là trên vật đang chuyển động. Có nghĩa là vật còn phải chuyển động với vận tốc $\Delta\mathbf{V}$ nữa? Nhưng rõ ràng vào thời điểm t_1 , nó đang chuyển động với vận tốc $\mathbf{V}_A(t_1)$ kia mà? Còn nếu bảo rằng điều đó phải xảy ra ở thời điểm t_2 thì lại càng không có lý, vì như thế có nghĩa là vật phải đột ngột thay đổi vận tốc vào thời điểm đó, do xuất hiện thêm thành phần $\Delta\mathbf{V}$ nữa? Thế còn trong khoảng từ t_1 đến t_2 , vật chuyển động với vận tốc nào? Trong thí dụ ở Hình 1, khi vật đồng thời tham gia vào 2 chuyển động với vận tốc \mathbf{V}_1 và \mathbf{V}_2 thì vận tốc chuyển động tổng hợp phải là \mathbf{V} được xác định theo (1) là điều có thể hiểu được. Còn ở đây, xuất hiện một khoảng trống về vật lý đối với véc tơ $\Delta\mathbf{V}$ này?

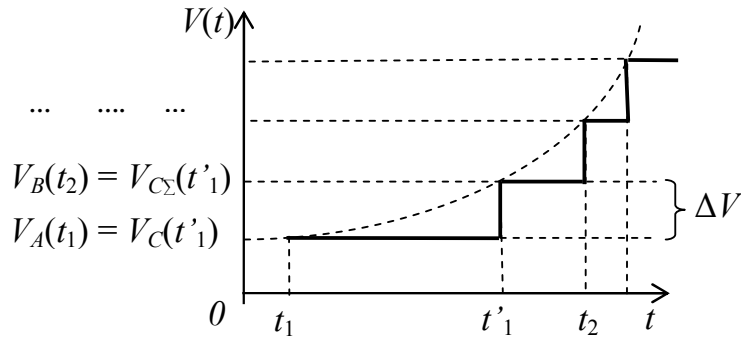
Tuy nhiên, ta có thể đặt vấn đề một cách khác: nếu chuyển động đang xét là thẳng đều, có nghĩa là véc tơ vận tốc không thay đổi cả về hướng, lẫn về độ lớn thì việc viết đẳng thức:

$$\mathbf{V}_B(t_2) = \mathbf{V}_A(t_1), \quad (4)$$

lại là điều vẫn hiểu được và vẫn hợp lý: 2 véc tơ hoàn toàn bằng nhau về độ lớn và về hướng, lại cùng thuộc về một vật thì có điều gì là không được? Sự giãn cách về thời gian $(t_1 - t_2)$ ở đây không làm thay đổi được gì về thông số vận tốc chuyển động cả vì đẳng nào thì chúng cũng bằng nhau về giá trị và về hướng mà? Còn điểm đặt u ? Tuy đối với con đường mà vật dịch chuyển thì đúng là phải tương ứng với hai điểm đặt khác nhau A và B , nhưng đối với vật thể chuyển động thì chúng luôn luôn chỉ đặt trên cùng một vật thể, tức là luôn gắn với đối tượng là “chủ sở hữu” của các véc tơ vận tốc $\mathbf{V}_A(t_1)$, $\mathbf{V}_B(t_2)$ và như thế đã là quá chuẩn rồi!

Từ đây, có thể thấy rằng nếu có thể xem xét chuyển động của vật không phải ở dạng biến thiên vận tốc liên tục, mà luôn gián đoạn với các bước nhảy ΔV (ở điểm C), tại một thời điểm trung gian nào đó, ví dụ là $t_1 < t'_1 < t_2$ chẳng hạn (xem biểu đồ tốc độ $V(t)$ ở Hình 6), thì khi đó, tương tự (4) ta sẽ lại vẫn có:

$$\mathbf{V}_C(t'_1) = \mathbf{V}_A(t_1). \quad (5)$$



Hình 6. Đồ thị biểu diễn sự biến thiên gián đoạn của tốc độ

Từ thời điểm này, vật chịu thêm một chuyển động với vận tốc ΔV nữa (có nguyên nhân từ đâu ta sẽ xét sau). Lúc này, tương tự như (1) ta lại có thể viết:

$$\mathbf{V}_C(t'_1) + \Delta V = \mathbf{V}_{C\Sigma}(t'_1). \quad (6)$$

Rồi tiếp sau đó cho tới thời điểm t_2 , tại điểm B , vật vẫn chuyển động thẳng đều với vận tốc $\mathbf{V}_{C\Sigma}(t'_1)$ đó, nên ta lại có:

$$\mathbf{V}_{C\Sigma}(t'_1) = \mathbf{V}_B(t_2). \quad (7)$$

Và cứ tiếp tục như vậy đối với các thời điểm tiếp theo. Bây giờ, thay $\mathbf{V}_C(t'_1)$ từ (5) và $\mathbf{V}_{C\Sigma}(t'_1)$ từ (7) vào (6), ta được:

$$\mathbf{V}_A(t_1) + \Delta\mathbf{V} = \mathbf{V}_B(t_2). \quad (8)$$

Hay:
$$\Delta\mathbf{V} = \mathbf{V}_B(t_2) - \mathbf{V}_A(t_1). \quad (9)$$

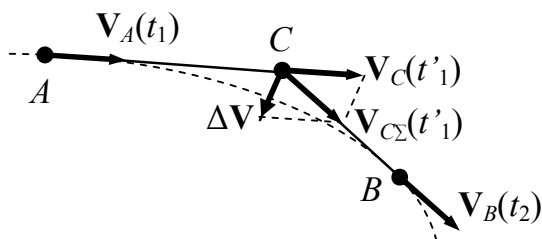
Có thể thấy biểu thức (9) bây giờ hoàn toàn phù hợp không chỉ về toán học, mà còn cả về phương diện vật lý nữa: không hề cần tới sự dịch chuyển véc tơ mà không gắn với vật nào cả. Vấn đề chỉ còn là việc giả thiết vận tốc chuyển động của vật lúc này phải thay đổi theo các giá trị gián đoạn với mức gián đoạn là $\Delta\mathbf{V}$, chứ không phải liên tục như bài toán ban đầu. Với vật lý hiện hành, khái niệm vận tốc biến thiên liên tục giống như toán học mô tả là điều đã được chấp nhận vô điều kiện và vì vậy mới xác định được gia tốc là đạo hàm của vận tốc. Nhưng cũng chính vì vậy đã nảy sinh ra bất cập nói trên.

Xét về phương diện toán học thuần túy, việc mô phỏng vận tốc chuyển động của một điểm theo cách liên tục hay gián đoạn không gặp phải bất cứ khó khăn nào. Vậy, xét về mặt vật lý, sự biến thiên vận tốc liên tục hay gián đoạn thì cái nào là phù hợp hơn? Hay nói cách khác, trên thực tế, các vật sẽ chuyển động với vận tốc biến thiên liên tục, hay phải qua các bước gián đoạn như vừa mô tả (có thể gọi là “lượng tử vận tốc” $\Delta\mathbf{V}$)? Như vừa phân tích, nếu chấp nhận tính biến thiên gián đoạn theo từng lượng tử vận tốc $\Delta\mathbf{V}$ này, bất cập đã nói có thể được hoá giải. Và thật may mắn là điều này lại đã được tác giả phát hiện từ lâu: vận tốc chuyển động không bao giờ có thể biến thiên liên tục, mà chỉ có thể gián đoạn theo từng lượng tử theo nguyên lý tác động tối thiểu [8]. Vấn đề là ở chỗ vật chỉ có thể thay đổi vận tốc khi tổng hợp lực tác động lên nó khác không; nhưng do quán tính, nó không thể thay đổi vận tốc tức thời được, mà phải qua một khoảng thời gian xác định tuân theo nguyên lý tác động tối thiểu đó. Vậy là việc chấp nhận lượng tử vận tốc này cũng giống như chấp nhận lượng tử năng lượng của Plank từ hơn 100 năm trước, mà nhờ đó đã hoá giải được “cuộc khủng hoảng cực tím” trong nhiệt động lực học.

Thế là đã rõ, dù là xuất phát từ nguyên lý tác động tối thiểu, hay từ việc phải hoá giải bất cập do ứng dụng đại số véc tơ vào động học chất điểm đều dẫn đến cùng một kết luận có tính nguyên tắc: *Vận tốc chuyển động của mọi vật không thể biến thiên liên tục, mà chỉ có thể gián đoạn theo từng lượng tử vận tốc xác định.*

Đối với chuyển động cong, ta cũng có tình huống tương tự, nhưng phức tạp hơn: vận tốc không chỉ thay đổi gián đoạn về độ lớn, mà còn thay đổi gián đoạn cả về hướng, tức là quỹ đạo chuyển động phải là đường gấp khúc ACB như được mô tả trên Hình 7. Khi đó, mọi bất cập nảy sinh với mô hình véc tơ vận tốc cũng không còn nữa. Vấn đề cuối cùng bây giờ chỉ còn là nguồn gốc của việc xuất hiện những

lượng tử vận tốc ΔV mà thôi: vì sao vật lại phải tham gia thêm vào chuyển động với vận tốc ΔV khi nó đang chuyển động thẳng đều với vận tốc $V_C(t'_1) = V_A(t_1)$?



Hình 7. Quỹ đạo chuyển động phải có dạng là đường gấp khúc

Điều này nằm ngoài phạm vi nghiên cứu của động học chất điểm, mà liên quan tới động lực học chất điểm kia: việc thay đổi vận tốc chuyển động của vật cần phải có sự can thiệp của lực tác động lên nó từ các vật khác, giống như thí dụ con thuyền bơi trên dòng sông ở Hình 1, thuyền chuyển động với vận tốc V_1 , nhưng dòng sông lại có xu hướng đẩy nó đi với vận tốc V_2 , tức là đã tác động lên nó một lực nào đấy. Cũng có thể nói ngược lại: con thuyền đang chuyển động cùng với dòng sông có vận tốc V_2 thì bị lực của động cơ ép nó chuyển động với vận tốc V_1 , nếu không có lực này, thuyền đã chuyển động theo vận tốc V_2 thôi. Tương tự như vậy, ở đây nếu không có lực tác động lên vật, nó đã chuyển động thẳng đều với vận tốc $V_A(t_1) = \text{const}$ rồi. Sự xem xét động học từ quan điểm của động lực học cho phép ta nhận ra bản chất vật lý thực sự của quá trình, chứ không chấp nhận một cách máy móc theo các quy tắc toán học cứng nhắc, mà kết quả là phát hiện ra được một tính chất mới phù hợp với bản chất thật sự của thế giới tự nhiên: *tính lượng tử trong chuyển động của tất cả mọi vật, không phân biệt vĩ mô hay vi mô*. Từ đây cho thấy tính thống nhất của thế giới vật chất từ vi mô tới vĩ mô chứ không phải như các nhà vật lý cho đến nay vẫn nghĩ về một “thế giới lượng tử” biệt lập với thế giới vĩ mô mà cơ học Newton đang phải đối mặt.

Tóm lại, cần phải phân biệt hai trường hợp :

+ Vật tham gia vào hai chuyển động có hai hướng khác nhau, có vận tốc tương ứng với hai hệ quy chiếu khác nhau (như con thuyền chạy cắt ngang dòng sông trên Hình 4), khi đó vận tốc chuyển động của vật có thể được cộng, hay trừ là không vi phạm tính đồng quy của các đại lượng véctơ và do vậy kết quả có thể chấp nhận được, vì nó phù hợp với thực tế là điều không có gì phải nghi ngờ.

+ Vật chỉ tham gia vào một chuyển động trong một HQC nào đó, khi đó véctơ vận tốc của nó luôn thay đổi điểm đặt, nên điều kiện đồng quy không còn được thoả mãn. Với trường hợp này, nếu vẫn cố kiết áp dụng đại số véctơ một cách máy móc,

không tính đến bản chất vật lý của hiện tượng sẽ dẫn đến những bất cập khôn lường mà chúng ta sẽ xem xét dưới đây.

2. Bất cập trong việc mô hình hoá đại lượng gia tốc bằng véc tơ

Trong động học chất điểm, gia tốc là đại lượng vật lý đặc trưng cho sự thay đổi vận tốc của chuyển động và cũng được coi là đại lượng véc tơ. Gia tốc trung bình của vật chuyển động được tính theo công thức:

$$\mathbf{a}_{tb} = \frac{\mathbf{V}_B(t_2) - \mathbf{V}_A(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \mathbf{V}}{\Delta t}. \quad (10)$$

ở đây $\mathbf{V}_A(t_1)$ và $\mathbf{V}_B(t_2)$ – là vận tốc chuyển động của vật tại điểm A và điểm B tương ứng với thời điểm t_1 và t_2 (xem Hình 7). Gia tốc tức thời được tính trên cơ sở lấy giới hạn của (10):

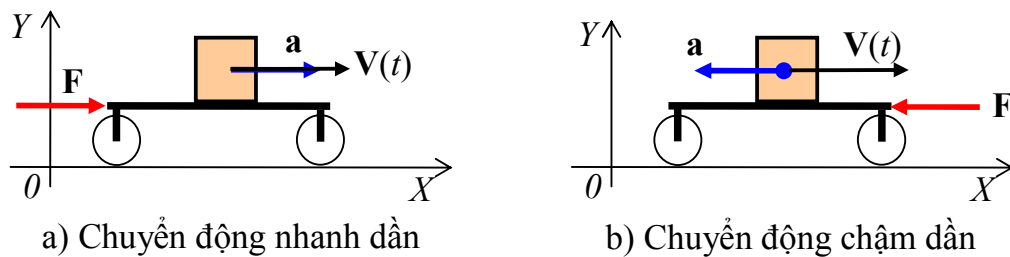
$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{V}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{V}}{dt}. \quad (11)$$

Vì vận tốc có thể thay đổi cả về độ lớn lẫn hướng, nên gia tốc xác định theo các công thức (10) hay (11), với tư cách là một *thông số chuyển động* của vật, cũng phải phản ánh cả 2 sự thay đổi đó, cụ thể là:

- Sự thay đổi độ lớn của vận tốc (độ nhanh hay chậm của chuyển động);
- Sự thay đổi hướng của vận tốc (cũng là hướng của chuyển động).

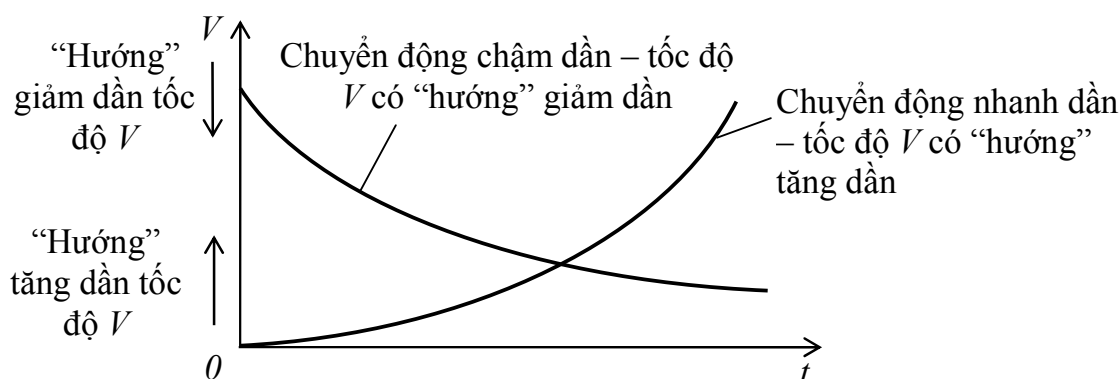
Như ở mục trên đã nói tới bất cập của việc tính hiệu vận tốc $\Delta \mathbf{V}$, nên giờ đây, việc áp dụng nó để tính tiếp gia tốc làm sao có thể tránh khỏi bất cập mới sẽ được phát sinh? Cụ thể ở đây là hướng của véc tơ gia tốc.

Đối với chuyển động thẳng nhanh dần như đã mô tả ở Hình 5c, do hướng của véc tơ $\Delta \mathbf{V}$ cùng với chiều chuyển động, nên hướng của véc tơ \mathbf{a} tính theo (11) cũng cùng với chiều chuyển động đó (xem Hình 8a); còn đối với chuyển động thẳng chậm dần như ở Hình 5d, do hướng của véc tơ $\Delta \mathbf{V}$ ngược với chiều chuyển động, nên hướng của véc tơ \mathbf{a} cũng ngược với chiều chuyển động (xem Hình 8b).



Hình 8. Gia tốc của vật chuyển động thẳng

Vậy là “hướng” của véc tơ gia tốc trong không gian véc tơ này không hề chỉ ra “hướng của chuyển động” đã đành, mà cũng không hề thể hiện “Sự thay đổi hướng của vận tốc” nữa, như ngay trong yêu cầu (điểm b) đối với khái niệm về gia tốc. Rõ ràng hướng của vận tốc có thay đổi đâu mà sao hướng của gia tốc lại thay đổi? Độ lớn của véc tơ gia tốc phản ánh độ lớn của sự thay đổi tốc độ V (theo điểm a) thì rõ rồi, nhưng hướng của véc tơ gia tốc lại thay đổi 180° , trong khi vận tốc không hề thay đổi hướng (không phù hợp với điểm b)? Có lẽ đã có một sự ngộ nhận về “hướng này” khi nhầm lẫn giữa không gian véc tơ vận tốc ở trên với không gian vô hướng $V0t$ mô tả sự biến thiên của tốc độ $V(t)$ phụ thuộc vào thời gian t như được chỉ ra trên Hình 9.

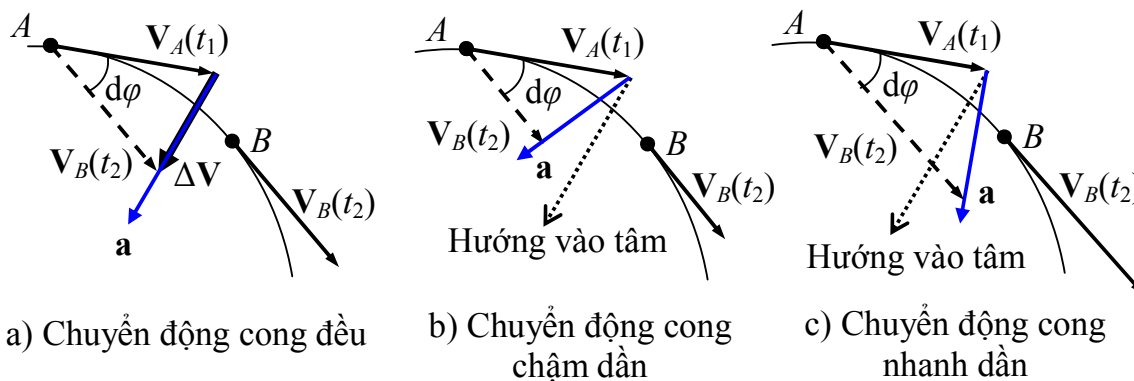


Hình 9. Đồ thị biểu diễn sự biến thiên tốc độ $V(t)$ trong chuyển động có gia tốc

Sự “nhanh lên” hay “chậm lại” đó có được coi là “hướng” trong không gian véc tơ (là mô hình của không gian vật chất như ở Hình 5a, b mà vật đang chuyển động trong đó) hay không? Hay chỉ là “hướng” (đúng ra phải gọi là “chiều”) trong không gian toán học $V0t$ không hề có vật chất thực nào trong đó cả và chỉ để biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng vật lý? Trong không gian này, đúng là “hướng thay đổi tốc độ” của chuyển động chậm dần và chuyển động nhanh dần hoàn toàn ngược nhau 180° là điều dễ hiểu. Nhưng cái được gọi là “hướng” ở đây chẳng liên quan gì tới “hướng của véc tơ” trong không gian véc tơ trên Hình 5 vừa nói tới ở trên. Chính sự “nhập nhèm” này đã được dùng để nguy hiểm cho tính bất nhất đã nói đó.

Vậy, có vẻ như chỉ có thể hiểu hướng của véc tơ gia tốc theo (10) hoặc (11) là “chiều tăng lên” hay “chiều giảm đi” của tốc độ thôi: hai chiều này mới ngược nhau 180° được, chỉ tiếc rằng sự ngược chiều này lại không phải trong không gian véc tơ đang xem xét mà là trong một không gian hoàn toàn khác, nhưng giờ đây lại được áp dụng ngay trong không gian véc tơ thì làm sao thể hiện được tính chặt chẽ vốn có của toán học? Thậm chí ngay cả cái điều “có vẻ” ấy lại tỏ ra không mấy thuyết

phục khi phải xét tới chuyển động cong như trên Hình 10 dưới đây, mà vẫn sử dụng phép trừ 2 véc tơ vận tốc đã nói.



Hình 10. Gia tốc của vật chuyển động cong

Lúc này, cho dù véc tơ vận tốc có không thay đổi độ lớn, mà chỉ thay đổi về hướng (xem Hình 10a), thì hướng của véc tơ gia tốc tính theo (10) hoặc (11) lại không thể được hiểu là “chiều tăng lên” hay “chiều giảm đi” của tốc độ (tức là độ lớn của vận tốc) nữa như đối với chuyển động thẳng đã xét, mà dường như lại phải hiểu là “hướng thay đổi hướng của vận tốc”? – Thật rõ là “tiền hậu bất nhất”? Đây là còn chưa kể tới một thực tế là nếu chuyển động cong nhưng không đều, thì véc tơ gia tốc \mathbf{a} chắc chắn không phải “hướng” vào tâm, mà có thể hướng lùi lại phía sau tâm như được chỉ ra trên Hình 10b, hoặc hướng lên phía trước tâm như trên Hình 10c, nên nói rằng chuyển động cong có “gia tốc hướng tâm” cũng không chuẩn xác.

Vẫn biết là nhiều cái có thể do con người quy ước, nhưng hệ thống quy ước này phải nhất quán và đơn trị, bằng không sẽ cho ra các kết quả không phù hợp với thực tại khách quan. Vấn đề có lẽ còn ở chỗ, theo động lực học, gia tốc chuyển động của vật được xem như “chỉ thị” của lực tác động lên vật theo định luật 2 Newton:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}. \quad (12)$$

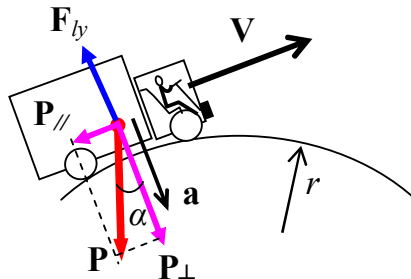
Tức là nếu vật đang chuyển động với gia tốc \mathbf{a} thì phải hiểu rằng nó đang bị tác động bởi lực \mathbf{F} và biểu thức (12) về thực chất là để định nghĩa chính lực \mathbf{F} đó. Chính vì vậy, hướng của tác động mới được quy ước trùng với hướng của gia tốc mà không quan tâm tới bản thân khái niệm gia tốc của động học chất điểm vốn chỉ là *thông số chuyển động* của vật, chứ không phải là *chỉ thị* của lực tác động lên vật như vậy. Một cách chặt chẽ, khái niệm lực được định nghĩa theo đạo hàm của động lượng $\mathbf{p} = m\mathbf{V}$ chứ không phải của gia tốc:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = m \frac{d\mathbf{V}}{dt}. \quad (13)$$

Nhưng vì đạo hàm của vận tốc lại được định nghĩa là gia tốc (xem biểu thức (11)), nên mới có (12). Tuy nhiên, như đã nhận xét, biểu thức (12) chỉ có nghĩa về toán học, mà không có ý nghĩa vật lý, vì vận tốc không thể biến thiên liên tục mà luôn gián đoạn. Vì vậy, xét một cách chặt chẽ, biểu thức (13) và (12) cũng không có ý nghĩa vật lý nốt. Để minh chứng cho nhận định này, ta sẽ xem xét 2 thí dụ điển hình về chuyển động cong như trong [7] đã làm:

• **Chuyển động cong với lực hướng tâm có căn nguyên từ trọng lực**

Hãy lấy thí dụ ô tô chuyển động trên mặt đường lồi lên, được thể hiện lại trên Hình 11, không hề có lực hướng tâm nào được sinh ra cả, mà trái lại, chỉ có lực ly tâm F_{ly} là xuất hiện thôi. Cụ thể ở đây, xe chuyển động chuyển động đều (với tốc độ không đổi), trọng lực \mathbf{P} có một thành phần song song với mặt đường $\mathbf{P}_{//}$ chống lại chuyển động của xe và một thành phần vuông góc với mặt đường \mathbf{P}_{\perp} , tuy có thể coi là hướng vào tâm thật, nhưng thành phần này không phụ thuộc gì vào chuyển động của xe ô tô cả: dù ô tô có chuyển động hay đứng yên thì trọng lực mà Trái đất tác động vào nó không hề thay đổi, chỉ có lực mà ô tô tác động lên mặt đường, còn được gọi là trọng lượng, là thay đổi thôi do tổng hợp lực tác động lên ô tô lúc này phải trừ đi lực ly tâm F_{ly} nữa rồi mới tác động được lên mặt đường. Nhưng lúc này ta lại đang chưa truy xét tới lực F_{ly} đó.



Hình 11. Chuyển động đều của ô-tô trên mặt đường lồi lên

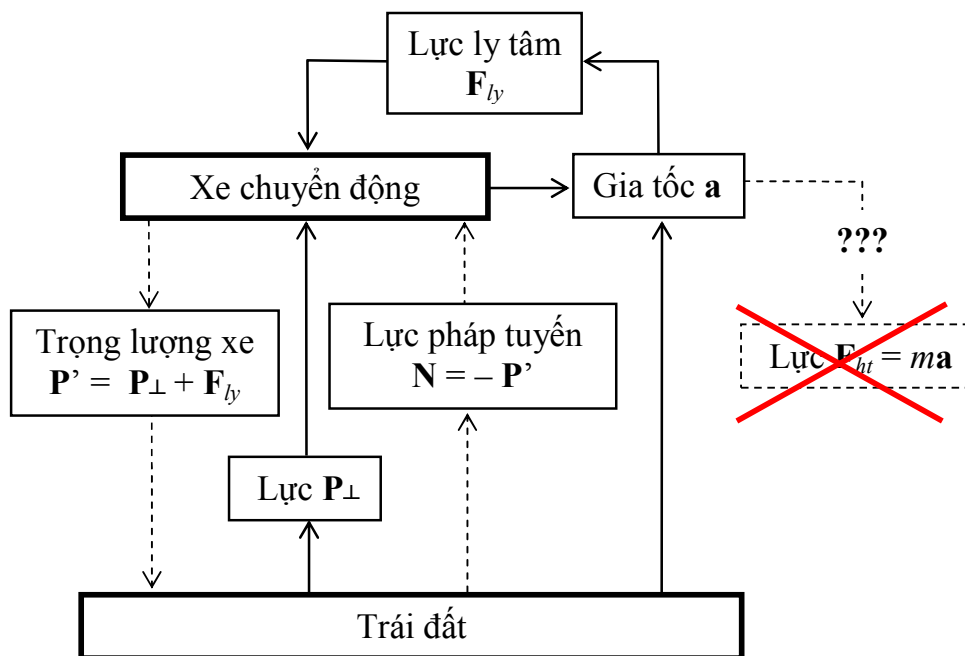
Vậy mà theo cách tính của động học đã nói ở trên, ta vẫn có hiệu vận tốc $\Delta \mathbf{V}$ và do đó là gia tốc \mathbf{a} hướng vào tâm, chứ không phải ly tâm? Kết quả là khi áp dụng định luật 2 Newton (12), ta mới có lực hướng tâm – một lực thực ra là không có nguồn gốc nào cả. Cụ thể là ở đây, xảy ra hai quá trình có liên hệ *nhân quả*:

- Thứ nhất, trọng lực \mathbf{P} luôn luôn tác động lên xe, nên thành phần \mathbf{P}_{\perp} vuông góc với mặt đường cũng luôn luôn tác động lên nó với xu hướng kéo nó áp sát mặt đường, chính vì thế mà xe mới bám được trên mặt đường cong; nếu không có thành phần này, xe đã phải “bay lên” theo phương của \mathbf{V} (tiếp tuyến với mặt đường) rồi.

Thành phần \mathbf{P}_{\perp} chính là *nguyên nhân* gây nên chuyển động cong, chứ không phải vì chuyển động cong đã sinh ra nó (là *kết quả*).

- Thứ hai, khi buộc phải chạy theo mặt đường cong, một phần động năng của xe đã chuyển hoá thành lực ly tâm \mathbf{F}_{ly} như đã biết – đây mới chính là *kết quả* của chuyển động cong, do chuyển động cong mà có và lẽ ra động học chất điểm đã phải “phát hiện” được ra nó mới đúng chứ?

Hay nói cách khác, thành phần lực \mathbf{P}_{\perp} đã khiến cho xe chuyển động theo mặt đường cong, nhưng lại hoàn toàn không phụ thuộc vào việc xe có chuyển động hay không chuyển động, cũng tức là không phụ thuộc vào gia tốc chuyển động \mathbf{a} . Còn chuyển động của xe theo mặt đường cong đã sinh ra lực ly tâm \mathbf{F}_{ly} – cả 2 lực này đều đồng thời tác động lên xe. Nhưng suốt trong cả quá trình chuyển động, ngoài 2 lực \mathbf{P}_{\perp} và \mathbf{F}_{ly} ra, không có lực hướng tâm nào khác được sinh ra cả. Vậy, gia tốc hướng tâm \mathbf{a} mà động học tính ra theo (11), rồi thay vào (12) để nhận được cái gọi là “lực hướng tâm” \mathbf{F}_{ht} là lực nào nữa đây? Để hiểu rõ hơn, ta lập sơ đồ lô gíc toàn bộ quá trình tác động nhân-quả đó với các mũi tên nét liền thể hiện tác động, còn các mũi tên nét đứt thể hiện phản tác động hoặc tác động tổng hợp (xem Hình 12).



Hình 12. Sơ đồ lô gíc quá trình tác động nhân-quả

Ý kiến hiện nay cho rằng không phải toàn bộ lực \mathbf{P}_{\perp} tham dự vào việc hình thành nên gia tốc \mathbf{a} , mà chỉ một phần của nó thôi, ký hiệu là \mathbf{F}_{ht} ; lực \mathbf{F}_{ht} này “ẩn náu” trong thành phần lực \mathbf{P}_{\perp} nên không nhận thấy được (?). Thực ra đây chỉ là một cách nguy hiểm nhằm “cứu vãn” cho cái được gọi là “lực hướng tâm” vốn cho rằng

được sinh ra trong bất kể chuyển động cong nào theo định luật 2 Newton. Tuy nhiên, có thể dễ dàng phản bác lại rằng nếu quả thật lực hướng tâm F_{ht} có thể được sinh ra trong chuyển động cong thì xét về bản chất nó phải khác với lực hấp dẫn, ở đây là một thành phần (\mathbf{P}_\perp) của trọng lực \mathbf{P} luôn luôn tồn tại đối với vật, dù nó có chuyển động hay không; nhưng 2 lực khác nhau về bản chất lại hướng theo cùng một chiều thì kết quả là sẽ phải hình thành hợp lực bằng tổng của 2 lực đó chứ không thể có chuyện trừ đi cho nhau được (tức là lực nọ “ăn náu” trong lực kia)!

Nói cách khác, với dạng chuyển động này, véc tơ gia tốc mà động học tính được lại không phải là *chỉ thị* của lực tác động lên vật như định luật 2 Newton, mà đơn giản chỉ đóng vai trò là *thông số chuyển động* của vật thôi. Và một khi vật đã chuyển động có gia tốc thì sẽ phải xuất hiện lực quán tính, ở đây chính là lực ly tâm F_{ly} , có hướng ngược với hướng của gia tốc đó:

$$\mathbf{F}_{ly} = -ma. \quad (14)$$

Khi đó, dưới tác động của lực ly tâm F_{ly} này, lực tác động vào xe theo phương pháp tuyến với mặt đường sẽ bằng:

$$\mathbf{F}_\perp = \mathbf{P}_\perp + \mathbf{F}_{ly} = \mathbf{P}_\perp - ma. \quad (15)$$

Chính lực \mathbf{F}_\perp gây nên trọng lượng của xe $\mathbf{P}' = \mathbf{F}_\perp$ tác động lên mặt đường và làm xuất hiện lực pháp tuyến của mặt đường \mathbf{N} tác động ngược trở lại lên xe: $\mathbf{N} = -\mathbf{P}'$. Do đó, tổng hợp lực theo phương pháp tuyến sẽ bằng 0:

$$\mathbf{F}_{\Sigma\perp} = \mathbf{F}_\perp + \mathbf{N} = 0. \quad (16)$$

Từ thí dụ này có thể thấy tuy vật chuyển động có gia tốc, và nguyên nhân gây nên gia tốc ấy đúng là do lực tác động \mathbf{P}_\perp , nhưng lại không có sự phụ thuộc trực tiếp nào giữa gia tốc của chuyển động với lực tác động đó \mathbf{P}_\perp cả như đã thấy:

$$ma \notin \mathbf{P}_\perp. \quad (17)$$

Nói cách khác, định luật 2 Newton không thể áp dụng ở đây được. Tuy nhiên, sự xuất hiện lực ly tâm theo (14) gợi ý cho ta một điều là dường như chính biểu thức đó mới là biểu thức định luật 2 Newton cho chuyển động có gia tốc. Nhưng nếu vậy, tại sao với chuyển động thẳng đã xét ở Hình 8, định luật 2 Newton lại tương ứng được với biểu thức (12), tức là lực tác động lại có hướng ngược lại 180°? Ta hãy xét một cách chi tiết các tác động này.

Trong trường hợp đang xét, lực tác động \mathbf{P}_\perp có hướng như thế nào không do chuyển động có gia tốc của vật quy định và cũng không phải động lực của chuyển động, mà là do khách quan sinh ra: đó là lực hút của Trái đất. Trong khi đó, với

chuyển động thẳng, lực tác động khiến xe lăn chuyển động được cho là lực \mathbf{F} , nhưng lại không chỉ ra nguồn gốc từ đâu ra cả là một thiếu sót. Rõ ràng để có lực \mathbf{F} này, cần phải có một vật nào đó khác tác động lên xe lăn, nhưng bằng cách nào? Nếu không có các trường điện từ gì khác tham gia, thì có lẽ chỉ còn một cách duy nhất là vật khác ấy phải chuyển động để va chạm vào xe lăn, tức là xảy ra hiện tượng biến động năng thành lực. Thậm chí ngay cả khi có một ai đó đứng trên mặt đường dùng tay “đẩy” xe lăn thì về nguyên tắc cũng không có gì thay đổi: các bộ phận trên cơ thể của anh ta phải chuyển động để hình thành nên cái được gọi là lực “đẩy” đó. Nhưng vì đang lấy Trái đất làm HQC, nên “sự chuyển động” đương nhiên chỉ được cho là gắn với vật, tức là cái được gọi là gia tốc chuyển động \mathbf{a} là được gắn với vật, chứ không phải với Trái đất. Như vậy, chuyển động có gia tốc \mathbf{a} của vật có căn nguyên không phải từ lực tác động \mathbf{F} mà là từ lực phản tác động $\mathbf{F}_{ph} = -\mathbf{F}$ kia. Vì vậy, đúng ra phải viết:

$$\mathbf{F}_{ph} = m\mathbf{a} \quad (18)$$

mới là hợp lý, tức là định luật 2 Newton phải gắn với phản lực tác động của lực tác động \mathbf{F} – là nguồn gốc của tác động, khi HQC được lựa chọn là Trái đất. Nhưng lực tác động thật sự phải là \mathbf{F} , nên định luật 2 Newton đáng lý ra phải được viết dưới dạng:

$$\mathbf{F} = -m\mathbf{a}. \quad (19)$$

Việc lực quán tính do chuyển động có gia tốc sinh ra cũng được xác định theo biểu thức (19) lại là chuyện khác.

Theo lô gíc đó, trong chuyển động cong đang xem xét, cái được gọi là lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} mà gắn với định luật 2 Newton rõ ràng là không hợp lý vì nó có phải là phản lực tác động của một lực nào đó đâu? Ở đây, cho dù vật có chuyển động, hay không chuyển động, thì lực tác động lên vật là \mathbf{P}_\perp vẫn không hề thay đổi. Như thế là đã rõ: trong chuyển động cong, cần phải phân biệt gia tốc pháp tuyến \mathbf{a}_\perp và gia tốc tiếp tuyến \mathbf{a}_\parallel . Với gia tốc tiếp tuyến, lực gây ra nó đúng như những gì ta vừa nói đến ở trên – là lực phản tác động \mathbf{F}_{ph} , còn với gia tốc pháp tuyến, đóng vai trò lực phản tác động này bây giờ là lực ly tâm \mathbf{F}_{ly} được xác định theo (14) vì lực tác động lúc này đã luôn là \mathbf{P}_\perp , nhưng được tác động vào 2 đối tượng chứ không chỉ một, đó là vào xe $\mathbf{F} = -\mathbf{F}_{ly}$ và thông qua xe để lên mặt đường \mathbf{P}' .

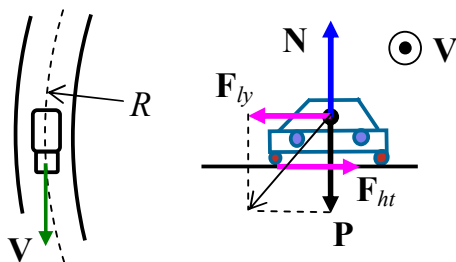
Nếu cho rằng ô tô chuyển động đều thì lực phát động \mathbf{F}_{pd} khiến ô tô chạy phải cân bằng với thành phần tiếp tuyến \mathbf{P}_\parallel của trọng lực \mathbf{P} và lực ma sát với mặt đường \mathbf{F}_{ms} cản trở chuyển động. Khi đó, tổng hợp lực tác động lên xe theo phương tiếp tuyến cũng bằng 0 nốt:

$$\mathbf{F}_{\Sigma//} = \mathbf{P}_{//} + \mathbf{F}_{ms} + \mathbf{F}_{pd} = 0. \quad (20)$$

Ngay cả khi xe chuyển động không đều, có nghĩa là phát sinh thêm gia tốc tiếp tuyến, thì lại xuất hiện lực quán tính luôn bằng về giá trị và ngược về hướng với lực tác động gây nên gia tốc tiếp tuyến đó, do đó, kết quả là tổng hợp lực tác động lên xe $\mathbf{F}_{\Sigma} = \mathbf{F}_{\Sigma//} + \mathbf{F}_{\Sigma\perp}$ vẫn bằng 0, đúng như đã được khẳng định tại [7]: trong mọi trường hợp, dù chuyển động thẳng đều, hay có gia tốc, tổng hợp lực tác động lên vật luôn luôn bằng 0.

• **Chuyển động cong với lực hướng tâm không có căn nguyên từ trọng lực**

Hãy lấy thí dụ ô tô chuyển động theo đường cong nằm ngang được thể hiện lại trên Hình 13. Trong trường hợp này, ta sẽ thấy có sự hoán đổi chỗ giữa “lực nguyên nhân” – lực hướng tâm \mathbf{F}_{ht} và “lực kết quả” – lực ly tâm \mathbf{F}_{ly} đã xét ở trên. Do lúc này lực hướng vào tâm \mathbf{F}_{ht} chính là lực ma sát của bánh xe với mặt đường không thể xuất hiện nếu không có lực ly tâm \mathbf{F}_{ly} với điểm đặt tại tâm quán tính của xe và được sinh ra do chuyển động cong của xe; nếu xe không chuyển động cong, lực ly tâm này cũng không có. Sự phủ nhận có lực ly tâm này là do quan niệm của vật lý hiện đại cho rằng HQC đặt trên Trái đất có thể được coi là HQC quán tính. Nhưng như đã được chỉ ra trong [7], quan niệm này hoàn toàn sai lầm.



Hình 13. Ô tô chuyển động theo đường cong nằm ngang

Còn nguyên nhân khiến xe chuyển động theo đường cong lại không nằm ở lực hướng tâm như trường hợp trước, mà là do định hướng của 2 bánh xe trước: chúng phải lăn theo phương vuông góc với trục, nếu lực ma sát giữa bánh xe với mặt đường lớn hơn tác động của lực ly tâm tại bánh xe đó (để không có hiện tượng trượt). Một thực tế không thể chối cãi đó là khi quan sát hành khách ngồi trên xe vào khúc đường cua, ta không thấy có ai bị “hút vào tâm” bao giờ cả (bị ép vào phía lõm của vòng cua), mà luôn luôn chỉ thấy bị “văng ra” (bị ép ra phía lồi của vòng cua). Chỉ sau khi thấy hành khách bị chạm vào thành xe mới có lực ép của thành xe theo chiều ngược lại, nói theo ngôn ngữ vật lý là bị phản lực tác động của thành xe theo định luật 3 Newton.

Nói cách khác, trong dạng chuyển động này, lực hướng tâm F_{ht} cuối cùng cũng được sinh ra như là *kết quả* của lực ly tâm F_{ly} chứ không phải vì có gia tốc hướng tâm rồi mới áp dụng định luật 2 Newton để tính ra nó, tức là khác với trường hợp trên khi chuyển động cong không hề gây nên bất kể một lực hướng tâm nào.

IV. KẾT LUẬN

Qua việc phân tích từ những ví dụ rất cụ thể, xuất phát từ bản chất vật lý của hiện tượng, ta có thể rút ra những kết luận cơ bản sau:

- 1- Với phần tĩnh học, cần phải xem xét lại những vấn đề sau:
 - Ứng với mỗi một “điểm đặt” chỉ cho phép đặt một lực tác động; có bao nhiêu lực tác động thì có bấy nhiêu điểm đặt;
 - Không thể áp dụng quy tắc hình bình hành một cách máy móc để phân tích lực như đối với việc phân tích một véc tơ;
 - Khi tổng hợp lực theo quy tắc hình bình hành, cần phải tính đến các lực trực đối có phương vuông góc với phương của lực tổng hợp đó nữa;
- 2- Với phần động học chất điểm, cần cẩn trọng với cách mô hình hoá các đại lượng vận tốc và gia tốc bằng véc tơ; nó có thể làm biến dạng bản chất vật lý của quá trình đang xem xét.
- 3- Trên cơ sở những kết luận trên, kiến nghị các nhà toán học xem xét khả năng tìm kiếm, hay đơn giản hơn là cải tiến đại số véc tơ như thế nào đây để phù hợp với các quá trình vật lý, khắc phục được các bất cập đã kể tới ở trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Huy Toàn, Cao Minh Tuấn. *Mấy ý kiến về việc áp dụng quy tắc hình bình hành lực trong tính toán kết cấu*. Hà Nội, 2010.
http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2010/12/bai-bao_final-doc.pdf
- [2] Vũ Huy Toàn. *Phân tích những cách giải bài toán conxon trong cơ học kết cấu*. Hà Nội, 2012.
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/01/phan-tich-bai-toan-conxon4.pdf>
- [3] Vũ Huy Toàn. *Cơ sở vật lý học hiện đại*. Hà Nội, 2007.
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2007/07/2-cosocuvlyhochiendai.pdf>
- [4] Vũ Huy Toàn. *Những nghịch lý và bất cập của vật lý học*. Hà nội, 2007.
<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2007/10/ngichlyvatly.pdf>

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

[6] Vũ Huy Toàn. Xét lại định luật bảo toàn cơ năng của thực thể vật lý trong trường lực thế. Hà Nội, 2009.

<http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2008/12/xet-lai-dinh-luat-bao-toan-co-nang5.pdf>

[7] Vũ Huy Toàn. *Bản chất lực quán tính*. Hà Nội, 2012.

http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2012/02/ban-chat-luc-quan-tinh_final8.pdf

[8] Vũ Huy Toàn. *Nguyên lý tác động tối thiểu và cơ học lượng tử*. IMFP-2005 Proceedings, Kuala Lumpur (Malaysia), 2005.

http://vuhuytoan.files.wordpress.com/2007/07/1927least_action.pdf

[9] Susan Jane Colley. *Vector Calculus*. 4th edition. 2012. Peartion Education, Inc.