# CÁC Ý TƯỞNG GIẢI BÀI TOÁN CHUYỂN ĐỘNG

## *Lời nói đầu*

Để giải được đa số các bài tập vật lý, hoàn toàn chỉ cần sử dụng một vài ý tưởng cơ bản (điều này cũng có thể được áp dụng đối với các môn khác, như toán học chẳng hạn). Vì vậy ta phải tìm hiểu các ý tưởng này và sau đó cố gắng áp dụng chúng để giải các bài tập cụ thể. Kinh nghiệm cho thấy thường các bài toán thường ẩn chứa bên trong các gợi ý về ý tưởng nào cần phải sử dụng. Bài viết này cố gắng tập hợp các ý tưởng chính thường gặp trong các bài toán chuyển động. Mỗi ý tưởng, đều có bài tập minh họa kèm theo để các bạn tự giải, đáp số cho ở cuối bài để các bạn tự kiểm tra. Nếu bài tập có vẻ quá khó, cần đọc lần nữa những ý tưởng được trình bày ở gần đó - không cần them bất kỳ kiến thức nào khác.

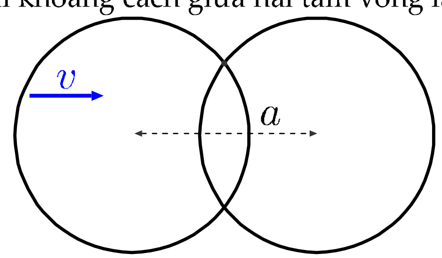
## *Ý tưởng 1: chọn hệ quy chiếu phù hợp nhất*

Ta thường chọn hệ quy chiếu sao cho:

- vài vật đứng yên trong đó
- vài hình chiếu vận tốc bằng không
- chuyển động có tính đối xứng

Như vậy, trong hệ quy chiếu phù hợp vài vận tốc hoặc thành phần của chúng (hoặc gia tốc và thành phần của chúng) bằng không, hay là hai vận tốc bằng nhau chẳng hạn. Sau khi hình dung được chuyển động trong hệ quy chiếu này, ta quay trở lại hệ quy chiếu Trái Đất, sử dụng phép biến đổi vận tốc và gia tốc giữa hai hệ quy chiếu.

**BÀI 1.** Một trong hai cái vòng bán kính $r$ đang đứng yên, còn cái kia đang chuyển động với vận tốc $v$ về phía nó. Tìm vận tốc của giao điểm hai vòng khi khoảng cách giữa hai tâm vòng là $a$.

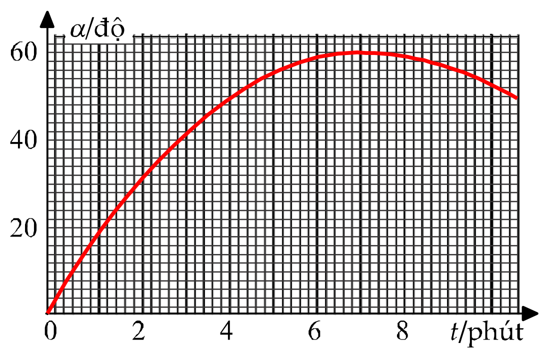



Để giải bài toán trên, cần sử dụng ý tưởng sau

*Ý tưởng 2: Véc tơ vận tốc hoặc gia tốc có thể tìm được dễ dàng khi ta biết các thành phần và hướng của chúng*

Về mặt toán học, điều này tương đương với việc tìm các cạnh của một tam giác vuông khi biết độ dài một cạnh và một góc tam giác. Ví dụ, nếu ta biết phương của vận tốc tạo với phương ngang một góc $\alpha$ và thành phần vận tốc theo phương ngang có độ lớn $w$, khi đó độ lớn của vận tốc toàn phần sẽ là $w/\sin\alpha$. Ta có thể sử dụng ý tưởng này một lần nữa để giải bài toán sau:

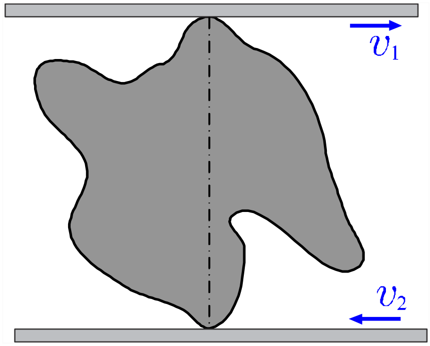
**BÀI 2.** Để đo vận tốc gió ở độ cao khác nhau người ta cho một quả bóng bay lên với tốc độ không đổi. Đồ thị dưới đây biểu diễn sự phụ thuộc của góc quan sát quả bóng vào thời gian. Quả bóng được thả ra ở khoảng cách $L$ = 1 km từ điểm quan sát và nó dường như bay thẳng đứng lên trên. Biết rằng tốc độ gió gần mặt đất là bằng không, hãy tìm **a)** độ cao của quả bóng sau thời gian $t$ = 7 phút kể từ khi thả **b)** vận tốc gió tại độ cao này.




*Ý tưởng 3: độ dốc (hệ số góc của tiếp tuyến) của đồ thị thường rất hay được sử dụng*

*Ý tưởng 4: nếu bài toán có một vài giá trị đặc biệt, ví dụ như độ dốc của đồ thị bằng không tại thời điểm đã cho, thì các sự kiện này phải khai thác triệt để.*

**BÀI 3.** Một vật rắn được kẹp giữa hai tấm phẳng song song, một tấm đang chuyển động với vận tốc $v_1$, còn tấm kia với vận tốc $v_2$. Tại thời điểm đặc biệt này, vận tốc của các điểm tiếp xúc có phương ngang và bằng vận tốc các tấm. Hãy vẽ tất cả các điểm thuộc vật rắn có độ lớn vận tốc bằng $v_1$ hoặc $v_2$.




Bài toán này hoàn toàn dựa trên ý tưởng sau

***Ý tưởng 5: chuyển động của vật rắn luôn có thể coi như chuyển động quay quanh tâm quay tức thời.***

Sau khi xác định được tâm quay tức thời, véc tơ vận tốc của điểm bất kỳ thuộc vật rắn sẽ có phương vuông góc với đường thẳng nối điểm đó với tâm quay tức thời, còn độ lớn tỷ lệ thuận với khoảng cách tới tâm quay.

***Ý tưởng 6: Nếu ma sát ảnh hưởng đến chuyển độngthì hệ quy chiếu thích hợp nhất thường được chọn gắn với môi trường gây ra ma sát.***

**BÀI 4.** Một mẩu phấn trắng được ném vào một bảng đen đang chuyển động theo phương ngangvới vận tốc không đổi. Ban đầu, vận tốc của phấn có phương vuông góc với phương chuyển động của bảng. Vết phấn để lại trên bảng có dạng gì?

Để giải bài toán kế tiếp, ta cần thêm một ý tưởng

***Ý tưởng 7: con đường ngắn nhất từ một điểm bến một mặt phẳng là đường vuông góc với mặt phẳng đó.***

Điều này có thể được phát biểu lại một cách tổng quát hơn: một số cực tiểu và cực đại có thể tìm được mà không cần dùng tới đạo hàm, trên thực tế lời giải không dùng đạo hàm đơn giản hơn nhiều. Với bài toán này, ý tưởng trên được cụ thể hóa như sau: nếu một trong hai vectơ là không đổi, đồng thời véc tơ còn lại có phương cố định, thì độ lớn của véc tơ tổng hợp sẽ có giá trị nhỏ nhất khi chúng tạo thành một tam giác vuông.

**BÀI 5.** Một cái hộp được ném lên một băng tải đang chuyển động với vận tốc $v_0 = 1$ m/s, vận tốc ban đầu hộp $u_0 = 2$ m/s và có phương vuông góc với vận tốc của băng tải. Trong quá trình chuyển động tiếp theo, là vận tốc tối thiểu của hộp so với mặt đất bằng bao nhiêu? Biết hệ số ma sát là đủ lớn để hộp không rơi khỏi băng tải.

**BÀI 6.** Một cầu thủ đá quả bóng bay thẳng về phía khung thành với vận tốc $v = 25$ m/s dưới một góc $\alpha = \arccos 0.8$ so với phương ngang. Do gió thổi tạt ngang với vận tốc $u = 10$ m/s theo phương vuông góc với vận tốc ban đầu của quả bóng, khi nó tới mặt phẳng chứa khung thành, nó đã lệch khỏi vị trí dự định ban đầu một khoảng $s = 2$ m. Tìm thời gian bay của quả bóng nếu biết khung thành đối phương nằm cách chân cầu thủ một khoảng $L = 32$ m.

Bài toán này tương đối phức tạp, ta cần sử dụng kết hợp vài ý tưởng. Thoạt nhìn nó có vẻ rằng $t = L/v\cos\alpha$ vì ta thường bỏ qua lực cản không khí. Nhưng người ta cho $s = 2$ m để làm gì? Bởi vì không có lực cản không khí, bóng sẽ không đi chệch khỏi phương dự định ban đầu. Vì vậy, mấu chốt là sự giảm tốc độ của quả bóng và chúng ta cần phải sử dụng ý tưởng 7. Có lẽ đơn giản nhất là biểu diễn độ lệch của quả bóng như là tổng của hai thành phần: độ dịch chuyển $ut$ của hệ quy chiếu và thành phần kia có thể được tìm thấy sử dụng hình vẽ. Sau đó ta có thể biểu diễn đại lượng chưa biết $t$ từ phương trình vừa thu được. Nghĩa là ngoài ý tưởng 6 ta còn cần đến:

***Ý tưởng 8: Thường thì nên viết ra một phương trình (hoặc một hệ phương trình) có chứa đại lượng cần tìm, thay vì cố gắng biểu diễn nó trực tiếp (đôi khi ta cần viết thêm một vài đại lượng chưa biết khác rồi loại bỏ chúng sau).***

Bên cạnh đó, dễ dàng nhận thấy, mặc dù quả bóng còn chuyển động theo phương thẳng đứng, ta vẫn có thể chiếu chuyển động lên mặt phẳng nằm ngang và chỉ phân tích thành phần này. Điều này có thể phát biểu như sau.

*Ý tưởng 9: Rất khó để phân tích chuyển động ba chiều như một cách tổng thể, vì vậy bất cứ khi nào có thể, hãy cố gắng giảm số chiều xuống hai (bằng cách chiếu lên mặt phẳng hoặc nghiên cứu đường giao của quỹ đạo với một mặt phẳng nào đó).*

Bài toán tiếp theo sẽ minh họa.

*Ý tưởng 10: thuận tiện nhất là phân tích va chạm đàn hồi trong hệ quy chiếu khối tâm.*

Khi không có ma sát, vectơ vận tốc chỉ thay đổi hướng trong hệ quy chiếu này (chúng "phản xạ" trên mặt phẳng va chạm). Khi có ma sát, các thành phần vận tốc vuông góc với mặt phẳng va chạm đảo ngược hướng của chúng, còn các thành phần vận tốc song song với mặt phẳng va chạm thay đổi độ lớn tùy thuộc vào độ lớn của lực ma sát. Tuy nhiên, phải ghi nhớ:

**CẢNH BÁO 1:** *Góc giữa các véc tơ vận tốc phụ thuộc vào hệ quy chiếu ta chọn*

**BÀI 7.** Một quả bóng tennis rơi với vận tốc $v_0$ xuống một cây vợt nặng và bật đàn hồi trở lại. Vận tốc của vợt $v_r$ phải bằng bao nhiêu để quả bóng bật trở lại theo phương vuông góc với chuyển động ban đầu và không xoáy nếu không trước khi va chạm nó cũng không xoáy? Góc $\beta$ giữa $v_r$ và bình pháp tuyến của vợt phải bằng bao nhiêu nếu góc tương ứng cho $v_0$ là $\alpha$?

Cách giải bài này là:

*Ý tưởng 11: viết các phương trình cho từng thành phần vận tốc.*

Chọn hệ trục tọa độ rất quan trọng. Đôi khi hệ trục tọa độ tiện lợi nhất không phải là hệ tọa độ Đề các. Trong bài này, chọn trục $x$ vuông góc với mặt phẳng vợt còn trục $y$ song song với nó.

**CẢNH BÁO 2**: *luôn đọc kỹ điều kiện bài toán*

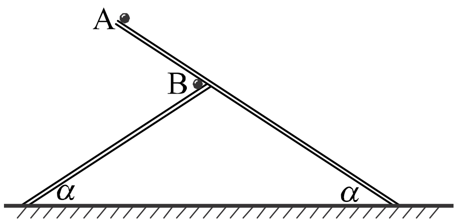
Từ cảnh báo 2, ta thấy có hai điều kiện: ngoài điều kiện là các véc tơ vận tốc vuông góc nhau, còn có điều kiện để quả bóng không bị xoáy. Từ điều kiện thứ hai dễ dàng suy ra $v_{0y} = v_{ry}$. Sử dụng ý tưởng 10 ta tìm được $v'_{0x} = -v_{0x} + 2v_{ry}$ (trong hệ quy chiếu khối tâm $\tilde{v}'_{0x} = -\tilde{v}_{0x}$, sau khi cộng vận tốc về hệ quy chiếu phòng thí ngiệm ta được biểu thức trên). Sau đó sử dụng điều kiện toán học để hai véc tơ trực giao là tích vô hướng bằng không. Từ đây tìm được biểu thức của $v_{rx}$. Sử dụng định lý Pythagoras để tìm độ lớn của véc tơ.

*Ta thấy đáp án bài toán này rất đơn giản. Điều này gợi ý một cách giải đơn giản hơn mà vẫn ra kết quả. Tuy nhiên việc tìm lời giải ngắn thường khó hơn là lời giải dài. Theo các phương trình đã tìm được* $\vec{v}_0 + \vec{v}'_0 = 2\vec{v}_r$. *Sử dụng tam giác vuông đồng dạng cho* $|\vec{v}_0 - \vec{v}'_0| = 2|\vec{v}_r|$ *với* $\alpha$ *là một trong các góc của tam giác, vì cạnh huyền của tam giác vuông góc với mặt phẳng vợt* ($v_{0y} - v'_{0y} = 0$).

### *Ý tưởng 12: đôi khi sử dụng hệ quy chiếu phi quán tính lại tiện lợi hơn*

Trong trường này, các công thức cộng vận tốc vẫn như thường, chỉ có cộng gia tốc là phức tạp hơn. Chỉ khi hệ quy chiếu đang gia tốc không phải là hệ quy chiếu quay, công thức cộng gia tốc sau mới được áp dụng $\vec{a}' = \vec{a} + \vec{a}_0$ ($\vec{a}_0$ là gia tốc của hệ quy chiếu). Thường thì bài toán sẽ đơn giản đi nhiều khi sử dụng hệ quy chiếu của vật rơi tự do hay đang gia tốc. Các bài toán sau đây sẽ minh họa cụ thể (nhớ ý tưởng 7-8).

**BÀI 8.** Hai thanh nhẵn nằm trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng và tạo thành các góc $\alpha$ với phương nằm ngang (xem hình). Tại thời điểm nào đó, hai quả bóng nhỏ được thả ra từ điểm A và B và bắt đầu trượt xuống. Quả bóng từ A Phải mất thời gian $t_1$ để đến mặt đất; thời gian tương ứng cho quả thứ hai là $t_1$. Vào thời điểm nào khoảng cách giữa các quả bóng là nhỏ nhất?




**ĐÁP SỐ**

**BÀI 1.** $u = v/2\sqrt{1-(a/2r)^2}$

**BÀI 2.** **a)** $h$ = 2000 m **b)** $u$ = 2.8 m/s

**BÀI 5.** $2/\sqrt{5}$ m/s

**BÀI 6.** $t = \dfrac{s}{u} + \dfrac{L}{v\cos\alpha} = 1.8$ s

**BÀI 7.** $v_r = v_0/2\cos\alpha$; $\beta = 180° - 2\alpha$

**BÀI 8.** $t = \sqrt{(t_1^2 - t_2^2)/2}$

**(*còn tiếp*).**