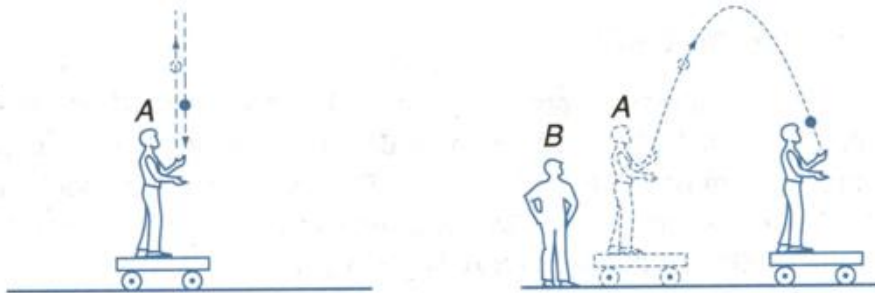


# 10

## TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG CÔNG THỨC CỘNG VẬN TỐC

### 1. Tính tương đối của chuyển động



Hình 10.1

Đối với người đứng trên xe chuyển động thẳng đều, quả bóng rơi theo phương thẳng đứng.

Đối với người đứng trên đường, xe chuyển động thẳng đều, quỹ đạo của quả bóng là một đường parabol.

Đối với hai người ở trong hai hệ quy chiếu khác nhau (Hình 10.1) thì chuyển động của quả bóng không giống nhau. Trong hệ quy chiếu gắn với xe, quả bóng đi lên rồi đi xuống trên một đường thẳng đứng; còn trong hệ quy chiếu gắn với mặt đường, quả bóng bay theo quỹ đạo parabol. Như vậy, quỹ đạo và vận tốc của quả bóng đối với hai hệ quy chiếu là khác nhau.

Ta rút ra kết luận chung: Kết quả xác định vị trí và vận tốc của cùng một vật tùy thuộc hệ quy chiếu. *Vị trí (do đó quỹ đạo) và vận tốc của một vật có tính tương đối.*

### 2. Ví dụ về chuyển động của người đi trên bè

Xét chuyển động của một người đi trên một chiếc bè đang trôi trên sông.

Ta gọi hệ quy chiếu gắn với bờ sông là *hệ quy chiếu đứng yên*, hệ quy chiếu gắn với bè là *hệ quy chiếu chuyển động*. Vận tốc của người đối với hệ quy chiếu đứng yên gọi là *vận tốc tuyệt đối*; vận tốc của người đối với hệ quy chiếu chuyển động gọi là *vận tốc tương đối*; vận tốc của hệ quy chiếu chuyển động đối

với hệ quy chiếu đứng yên gọi là *vận tốc kéo theo*. Ta hãy tìm công thức liên hệ giữa các vận tốc này.

**a) Trường hợp người đi dọc từ cuối về phía đầu bè**

Đối với bờ sông, lúc đầu vị trí  $A$  của cuối bè và vị trí  $B$  của người trùng nhau (Hình 10.2). Sau khoảng thời gian  $\Delta t$ , điểm cuối bè dịch chuyển đến vị trí  $A'$ . Khi đó người đã đi được một đoạn trên bè nên có vị trí  $B'$ .



Hình 10.2 Vị trí của người và bè

Ta có :

$\overrightarrow{AB'}$  là độ dời của người đối với bờ, là độ dời tuyệt đối,

$\overrightarrow{A'B'}$  là độ dời của người đối với bè, là độ dời tương đối,

$\overrightarrow{AA'}$  là độ dời của bè đối với bờ, là độ dời kéo theo.

Như vậy, độ dời của người đối với bờ là :

$$\overrightarrow{AB'} = \overrightarrow{AA'} + \overrightarrow{A'B'} = \overrightarrow{A'B'} + \overrightarrow{AA'}$$

Chia cả hai vế cho  $\Delta t$ , ta được

$$\frac{\overrightarrow{AB'}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{AA'}}{\Delta t} + \frac{\overrightarrow{A'B'}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{A'B'}}{\Delta t} + \frac{\overrightarrow{AA'}}{\Delta t}$$

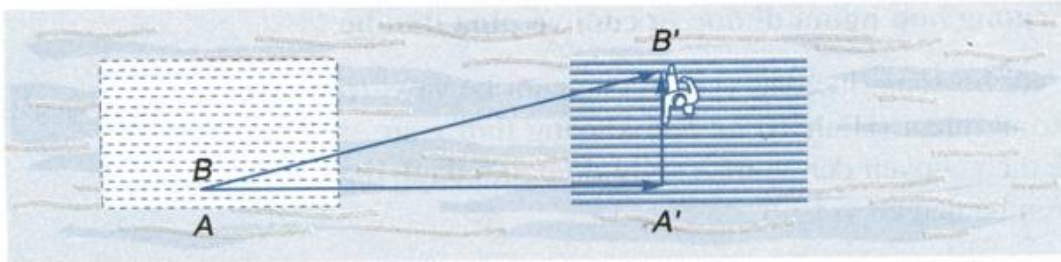
tức là :  $\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$  (10.1)

trong đó  $\vec{v}_{1,3}$  là vận tốc của người (1) đối với bờ (3), là vận tốc tuyệt đối

$\vec{v}_{1,2}$  là vận tốc của người (1) đối với bè (2), là vận tốc tương đối

$\vec{v}_{2,3}$  là vận tốc của bè (2) đối với bờ (3), là vận tốc kéo theo.

**b) Trường hợp người đi ngang trên bè từ mạn này sang mạn kia**



Hình 10.3

Hình 10.3 cho ta thấy các vectơ độ dời là :

$\vec{AB}'$  là vectơ độ dời tuyệt đối của người đối với bờ,  
 $\vec{A'B}'$  là vectơ độ dời tương đối của người đối với bè,  
 $\vec{AA}'$  là vectơ độ dời kéo theo của bè đối với bờ.

Ta có :

$$\vec{AB}' = \vec{AA}' + \vec{A'B}' = \vec{A'B}' + \vec{AA}'$$

Chia cả hai vế cho  $\Delta t$ , ta được đẳng thức vectơ :

$$\frac{\vec{AB}'}{\Delta t} = \frac{\vec{A'B}'}{\Delta t} + \frac{\vec{AA}'}{\Delta t}$$

tức là 
$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3} \quad (10.2)$$

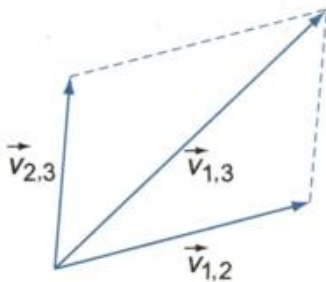
trong đó các kí hiệu tương tự ở công thức (10.1).

Các công thức (10.1) và (10.2) có ý nghĩa như sau : Vận tốc tuyệt đối của người đối với bờ bằng vận tốc tương đối của người đối với bè cộng với vận tốc kéo theo của bè đối với bờ.

**3. Công thức cộng vận tốc**

Từ các lập luận ở mục 2 có thể phát biểu quy tắc cộng vận tốc của một vật đối với hai hệ quy chiếu chuyển động tịnh tiến đối với nhau :

**Tại mỗi thời điểm, vectơ vận tốc tuyệt đối bằng tổng vectơ của vectơ vận tốc tương đối và vectơ vận tốc kéo theo**



Hình 10.4 Quy tắc cộng vận tốc

$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3} \quad (10.3)$$

#### 4. Bài tập vận dụng

Một chiếc phà luôn luôn hướng mũi theo phương vuông góc với bờ sông chạy sang bờ bên kia với vận tốc 10 km/h đối với nước sông. Cho biết nước sông chảy với vận tốc 5 km/h. Xác định vận tốc của phà đối với một người đứng trên bờ.

*Bài giải*

Gọi :

$\vec{v}_{1,3}$  là vận tốc của phà đối với bờ,

$\vec{v}_{1,2}$  là vận tốc của phà đối với nước sông,

$\vec{v}_{2,3}$  là vận tốc của nước sông đối với bờ.

Các vectơ được biểu diễn ở Hình 10.5. Do phà hướng vuông góc với bờ sông nên vectơ  $\vec{v}_{1,2}$  vuông góc với vectơ  $\vec{v}_{2,3}$ . Vectơ  $\vec{v}_{1,3}$  có độ lớn bằng :

$$v_{1,3}^2 = v_{1,2}^2 + v_{2,3}^2$$

$$v_{1,3} = \sqrt{10^2 + 5^2} = 11,2 \text{ km/h}$$

Theo Hình 10.5, ta tìm được góc  $\alpha$  xác định hướng chuyển động của phà. Ta có :

$$\tan \alpha = \frac{v_{1,2}}{v_{2,3}} = \frac{10}{5} = 2; \alpha = 63,43^\circ.$$

*Ghi chú.* Trong trường hợp người lái phà không hướng mũi phà vuông góc với bờ sông mà hướng theo một phương nào đó sao cho phà chạy vuông góc với bờ sông sang vị trí đối diện ở bờ bên kia, ta có Hình 10.6. Ta hãy xác định phương đó.

Theo Hình 10.6 độ lớn của vận tốc  $\vec{v}_{1,3}$  là

$$v_{1,3}^2 = v_{1,2}^2 - v_{2,3}^2$$

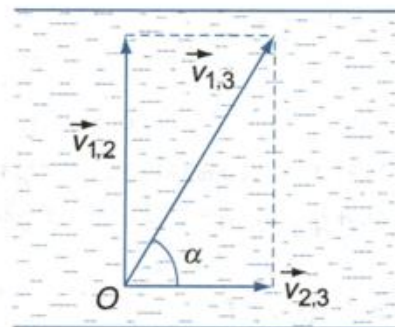
$$v_{1,3} = \sqrt{10^2 - 5^2} = 8,66 \text{ km/h}$$

Góc  $\beta$  giữa hướng mũi phà và phương vuông góc với bờ sông được tính bằng

$$\tan \beta = \frac{v_{2,3}}{v_{1,3}} = \frac{5}{8,66} = 0,5773$$

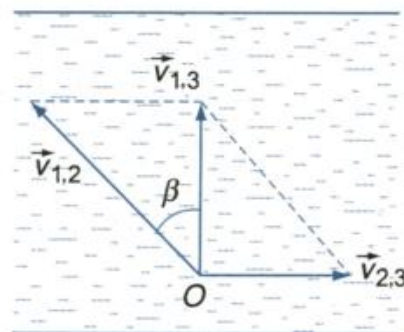
$$\beta = 30^\circ.$$

Vậy mũi phà hướng một góc  $30^\circ$  về phía thượng lưu.



**Hình 10.5**

Các vận tốc tương đối, kéo theo vuông góc với nhau.



**Hình 10.6**

Các vận tốc tương đối và kéo theo hợp với nhau một góc sao cho vận tốc tuyệt đối hướng vuông góc với bờ sông.

## CÂU HỎI

---

1. Những đại lượng động học nào có tính tương đối ?
2. Giải thích tại sao khi trời không có gió người ngồi trên xe chạy thấy mưa như rơi xiên góc.
3. Viết quy tắc cộng vận tốc và giải thích.

## BÀI TẬP

---

1. Hãy tìm phát biểu **sai**.
  - A. Quỹ đạo của một vật là tương đối, đối với các hệ quy chiếu khác nhau thì quỹ đạo của vật là khác nhau.
  - B. Vận tốc của vật là tương đối. Trong các hệ quy chiếu khác nhau thì vận tốc của cùng một vật là khác nhau.
  - C. Khoảng cách giữa hai điểm trong không gian là tương đối.
  - D. Toạ độ của một chất điểm phụ thuộc hệ quy chiếu.
2. Một chiếc thuyền chuyển động ngược dòng với vận tốc 14 km/h so với mặt nước. Nước chảy với tốc độ 9 km/h so với bờ. Hỏi vận tốc của thuyền so với bờ ? Một em bé đi từ đầu thuyền đến cuối thuyền với vận tốc 6 km/h so với thuyền. Hỏi vận tốc của em bé so với bờ ?
3. Hai bến sông A và B cách nhau 18 km theo đường thẳng. Một chiếc ca nô phải mất bao nhiêu thời gian để đi từ A đến B rồi trở lại ngay từ B về A ? Biết rằng vận tốc của ca nô khi nước không chảy là 16,2 km/h và vận tốc của dòng nước so với bờ sông là 1,5 m/s.
4. Một người lái xuồng máy dự định mở máy cho xuồng chạy ngang con sông rộng 240 m, mũi xuồng luôn luôn vuông góc với bờ sông. Nhưng do nước chảy nên xuồng sang đến bờ bên kia tại một địa điểm cách bến dự định 180 m về phía hạ lưu và xuồng đi hết 1 min. Xác định vận tốc của xuồng so với bờ sông.