

10 TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG

CÔNG THỨC CỘNG VẬN TỐC

I – Mục tiêu

- Hiểu được chuyển động cơ học có tính tương đối, các đại lượng động học như quỹ đạo, vận tốc có tính tương đối.
- Hiểu rõ các khái niệm vận tốc tuyệt đối, vận tốc tương đối, vận tốc kéo theo và công thức cộng vận tốc. Biết áp dụng để giải các bài toán đơn giản.

II – Chuẩn bị

1. Giáo viên

Một vài tranh, ảnh minh họa về chuyển động tương đối.

2. Học sinh

Xem lại bài đầu tiên "chuyển động cơ".

III – Những điều cần lưu ý

1. Tính tương đối của chuyển động thể hiện ở quỹ đạo, vận tốc của một chất điểm trong các hệ quy chiếu khác nhau là khác nhau. Ngay bài thứ nhất đã nói đến tính tương đối của chuyển động. Trong bài học này, tính tương đối của chuyển động gắn với phép cộng vận tốc. Để đơn giản, ta xét hai hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với nhau (hai hệ quy chiếu quán tính). Phép cộng vận tốc đúng cho cả trường hợp hai hệ quy chiếu bất kì.

2. Phép cộng vận tốc là tìm mối quan hệ giữa các vận tốc của cùng một vật đối với các hệ quy chiếu khác nhau. Ta có thể tìm được công thức tổng quát như sau : Gọi $Oxyz$ và $O'x'y'z'$ là hai hệ quy chiếu chuyển động đối với nhau. Trong hệ quy chiếu $Oxyz$, điểm M có vectơ tia là $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$; trong hệ quy chiếu $O'x'y'z'$, điểm M có vectơ tia là $\vec{r}' = \overrightarrow{O'M}$. Ta có :

$$\begin{aligned}\overrightarrow{OM} &= \overrightarrow{OO'} + \overrightarrow{O'M} \\ \vec{r} &= \vec{r}_0 + \vec{r}'\end{aligned}$$

Lấy đạo hàm theo thời gian cả hai vế, ta được :

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}_0}{dt} + \frac{d\vec{r}'}{dt}$$

hay là :

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

trong đó \vec{v} là vận tốc của chất điểm M đối với hệ $Oxyz$, \vec{v}_0 là vận tốc của gốc toạ độ O' đối với hệ $Oxyz$ và là một hằng số; \vec{v}' là vận tốc của điểm M đối với hệ $O'x'y'z'$.

3. Trong bài ta xét hai trường hợp đặc biệt, một là khi vận tốc của hệ O' cùng phương với vận tốc của chất điểm M đối với hệ O . Ta lấy ví dụ, một người đi dọc theo một chiếc bè đang trôi trên sông. Khi đó, hệ $O'x'y'z'$ gắn với bè, hệ $Oxyz$ gắn với bờ sông. Trường hợp thứ hai, vận tốc của vật trong hệ $O'x'y'z'$ có phương vuông góc với vận tốc của hệ O' đối với hệ O . Khi đó, người di chuyển trên bè từ mạn này sang mạn kia vuông góc với chiều dài của bè. Sau đó phát biểu phép cộng vận tốc cho trường hợp tổng quát.

4. Các khái niệm độ dời tuyệt đối, độ dời tương đối, độ dời kéo theo được đưa vào tương ứng với chuyển động của chất điểm so với một hệ quy chiếu được coi là đứng yên, chuyển động của chất điểm trong hệ thứ hai coi như đứng yên và chuyển động của hệ thứ hai so với hệ đầu. Thực ra, việc coi một hệ quy chiếu là đứng yên cũng chỉ là tương đối. Thường thì lấy hệ gắn với Trái Đất là hệ đứng yên (ở đây là bờ sông).

Để tìm công thức cộng vận tốc, ta viết biểu thức về độ dời. Chú ý rằng lúc đầu người trên bè đứng ở vị trí B của bè, trùng với điểm A của hệ quy chiếu gắn với bờ. Sau đó, bè rời được một đoạn AA' và người còn dịch chuyển trên bè đến điểm B' của bè. Dễ dàng thấy độ dời tuyệt đối \overrightarrow{AB}' bằng :

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

Song, điểm A' trùng với điểm B của bè (hay là vị trí ban đầu của người trên bè). Do đó, ta viết lại :

$$\overrightarrow{AB}' = \overrightarrow{AA}' + \overrightarrow{BB}'$$

Chia cả hai vế cho khoảng thời gian di chuyển ta được công thức cộng vận tốc :

$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$$

Ta kí hiệu vận tốc với các chỉ số như sau :

$\vec{v}_{1,3}$ có nghĩa là vận tốc của (1) đối với (3).

$\vec{v}_{1,2}$ có nghĩa là vận tốc của (1) đối với (2).

$\vec{v}_{2,3}$ có nghĩa là vận tốc của (2) đối với (3).

Chỉ số 1 để chỉ người, chỉ số 2 để chỉ hệ quy chiếu thứ hai chuyển động, chỉ số 3 để chỉ hệ quy chiếu thứ nhất coi là đứng yên.

5. Phép cộng vận tốc khác với phép cộng các vectơ thành phần của vectơ vận tốc trên các trục toạ độ. Ví dụ trong trường hợp ném xiên một vật, vectơ vận tốc của vật có hình chiếu trên hai trục toạ độ là $v_x = v_0 \cos \alpha$ và $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$.

IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

Trong phần đầu về tính tương đối của chuyển động, GV có thể gợi ý về khái niệm chuyển động cơ học ở bài đầu. Ở đây cần nói cụ thể hơn, đó là tính tương đối thể hiện ở chỗ quỹ đạo của vật là tương đối, vận tốc của một vật cũng là tương đối. Trong các hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với nhau (với vận tốc nhỏ hơn vận tốc ánh sáng) thì gia tốc là *tuyệt đối*, tức là gia tốc của cùng một vật là như nhau (không đổi) trong các hệ quy chiếu khác nhau. HS sẽ được biết điều này qua định luật I Niu-ton.

GV nên giải thích kĩ về khái niệm độ dời tuyệt đối, độ dời tương đối và độ dời kéo theo. Khi HS đã hiểu rõ các khái niệm trên thì sẽ dễ dàng hiểu được công thức cộng vận tốc.

V – Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

Câu hỏi

1. Xem mục 1 bài 10 và mục 1 bài 1 SGK.

2. Gọi vận tốc rơi của giọt mưa đối với đất là $\vec{v}_{1,3}$, vận tốc của ô tô đối với đất là $\vec{v}_{1,2}$, vận tốc của giọt mưa đối với ô tô là $\vec{v}_{2,3}$. Theo công thức cộng vận tốc ta có :

$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$$

Từ đó suy ra :

$$\vec{v}_{2,3} = \vec{v}_{1,3} - \vec{v}_{1,2} = \vec{v}_{1,3} + \vec{v}_{2,1}$$

Tức là vận tốc của giọt mưa đối với người ngồi trên ô tô bằng tổng của vận tốc $\vec{v}_{1,3}$ của giọt mưa đối với đất và vận tốc $\vec{v}_{2,1}$ của đất đối với ô tô. Hai vận tốc này vuông góc với nhau nên người trên ô tô thấy giọt mưa rơi xiên góc.

3. Xem mục 3 bài 10 SGK.

Bài tập

1. C sai.

Hướng dẫn : Khoảng cách giữa hai điểm trong không gian là tuyệt đối, không thay đổi trong mọi hệ quy chiếu.

2. 5 km/h, ngược dòng ; 1 km/h, xuôi dòng.

3. $v_{\text{đồng}} = 1,5 \text{ m/s} = \frac{1,5 \cdot 3600}{1000} = 5,4 \text{ km/h}$

Thời gian đi xuôi dòng $t_1 = 18 : (16,2 + 5,4) = 0,8333 \text{ h.}$

Thời gian đi ngược dòng $t_2 = 18 : (16,2 - 5,4) = 1,6666 \text{ h.}$

Thời gian cả đi lẫn về là : $t_1 + t_2 = 0,8333 + 1,6666 \approx 2,5 \text{ h} \approx 2 \text{ h } 30 \text{ min.}$

4. Đoạn đường xuống máy đi được là : $s = \sqrt{240^2 + 180^2} = 300 \text{ m.}$

Vận tốc của xuống so với bờ sông là $(300 : 60) = 5 \text{ m/s.}$