

4

CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

1. Gia tốc trong chuyển động thẳng

Thường thì khi một vật chuyển động, vận tốc của nó thay đổi theo thời gian.

Đại lượng vật lí đặc trưng cho độ biến đổi nhanh chậm của vận tốc gọi là *gia tốc*.

a) Gia tốc trung bình

Gọi \vec{v}_1 và \vec{v}_2 là các vectơ vận tốc của một chất điểm chuyển động trên đường thẳng tại các thời điểm t_1 và t_2 (Hình 4.2). Trong khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1$, vectơ vận tốc của chất điểm đã biến đổi

một lượng $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$.

Thương số

$$\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} \quad (4.1)$$

được gọi là *vector gia tốc trung bình* của chất điểm trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 , và kí hiệu là \vec{a}_{tb} .

Vectơ gia tốc trung bình có cùng phương với quỹ đạo, giá trị đại số của nó là :

$$a_{tb} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4.2)$$

Giá trị đại số xác định độ lớn và chiều của vectơ gia tốc trung bình.

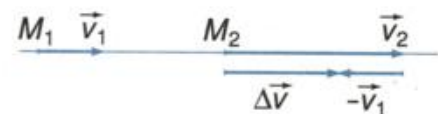
Đơn vị của a_{tb} là m/s^2 .

Nếu trong khoảng thời gian 1 s, vận tốc của chất điểm tăng lên 1 m/s thì gia tốc trung bình của nó bằng 1 m/s^2 .



Hình 4.1 Một ô tô chuyển động trên đường thẳng

Khi xuất phát, vận tốc của nó tăng dần từ 0 đến một giá trị nào đấy. Khi chuyển động, vận tốc của nó có thể thay đổi. Sự biến đổi nhanh chậm của vận tốc được đặc trưng bằng đại lượng nào ?



Hình 4.2

Độ biến thiên vận tốc $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ là một vectơ có phương trùng với quỹ đạo.

Vài số liệu về gia tốc trung bình

1. Ô tô đạt vận tốc 60 km/h sau 5 s từ lúc xuất phát. Gia tốc trung bình khi khởi hành là 3,33 m/s².

2. Ô tô đua có thể đạt vận tốc 360 km/h trong 2 s. Gia tốc trung bình là 50 m/s².

3. Vận tốc của xe trượt trên băng tuyết dùng động cơ phản lực đạt đến 1 011 km/h. Kì lục về thời gian hãm xe từ vận tốc đó là 1,4 s. Gia tốc hãm khi đó khoảng 200 m/s². Gia tốc này là rất lớn, con người chỉ có thể chịu đựng gia tốc này trong thời gian rất ngắn như trên.

Thí nghiệm xe nhỏ lăn trên máng nghiêng xem Hình 3.1.

Đồ thị vận tốc theo thời gian xem Hình 3.3.

Lấy những khoảng thời gian Δt rất nhỏ, gia tốc trung bình trở thành gia tốc tức thời, ta thấy rằng gia tốc tức thời tại mọi thời điểm có cùng giá trị.

b) Gia tốc tức thời

Nếu trong công thức (4.1) ta lấy Δt rất nhỏ thì thương số $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ cho ta một vectơ gọi là *vectơ gia tốc tức thời*.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (\text{khi } \Delta t \text{ rất nhỏ}) \quad (4.3)$$

Như vậy, vectơ gia tốc tức thời tại một thời điểm t trong khoảng từ t_1 đến t_2 bằng vectơ gia tốc trung bình trong khoảng thời gian rất nhỏ ấy. Vectơ gia tốc tức thời đặc trưng cho độ nhanh chậm của sự biến đổi vectơ vận tốc của chất điểm.

Vectơ gia tốc tức thời là một vectơ cùng phương với quỹ đạo thẳng của chất điểm. Giá trị đại số của vectơ gia tốc tức thời bằng :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\Delta t \text{ rất nhỏ}) \quad (4.4)$$

và được gọi tắt là gia tốc tức thời.

2. Chuyển động thẳng biến đổi đều

a) Ví dụ về chuyển động thẳng biến đổi đều

Trong thí nghiệm xe nhỏ chạy trên máng nghiêng của bài trước, ta đã thấy rằng đồ thị vận tốc tức thời của xe theo thời gian là một đường thẳng xiên góc. Nếu tính gia tốc trung bình trong bất kì khoảng thời gian nào, thì cũng nhận được gần đúng cùng một giá trị, tức là gia tốc tức thời không đổi. Ta nói rằng chuyển động của xe là *chuyển động thẳng biến đổi đều*.

b) Định nghĩa

Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động thẳng trong đó gia tốc tức thời không đổi.

c) Sự biến đổi của vận tốc theo thời gian

Chọn một chiều dương trên quỹ đạo. Kí hiệu v , v_0 lần lượt là vận tốc tại thời điểm t và thời điểm ban đầu $t_0 = 0$. Gia tốc a là không đổi. Theo công thức (4.2) thì

$$v - v_0 = at, \text{ hay là}$$

$$v = v_0 + at \quad (4.5)$$

Công thức (4.5) là công thức vận tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều.

Ta hãy xét cụ thể các trường hợp sau.

• Chuyển động nhanh dần đều

Nếu tại thời điểm t , vận tốc v cùng dấu với gia tốc a (tức là $v \cdot a > 0$) thì theo công thức (4.5), giá trị tuyệt đối của vận tốc v tăng theo thời gian, chuyển động là nhanh dần đều (Hình 4.3).

• Chuyển động chậm dần đều

Nếu tại thời điểm t , vận tốc v khác dấu với gia tốc a (tức là $v \cdot a < 0$) thì theo công thức (4.5), giá trị tuyệt đối của vận tốc v giảm theo thời gian, chuyển động là chậm dần đều (Hình 4.4).

d) Đồ thị vận tốc theo thời gian

Theo công thức (4.5), đồ thị của vận tốc theo thời gian là một đường thẳng xiên góc, cắt trục tung tại điểm $v = v_0$.

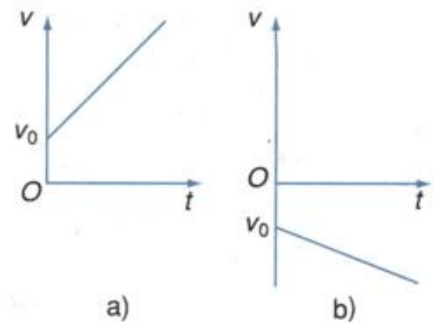
Hệ số góc của đường thẳng đó bằng :

$$\frac{v - v_0}{t} = \tan \alpha$$

So sánh với công thức (4.5), ta có

$$a = \tan \alpha = \frac{v - v_0}{t} \quad (4.6)$$

Vậy trong chuyển động biến đổi đều, hệ số góc của đường biểu diễn vận tốc theo thời gian bằng gia tốc.

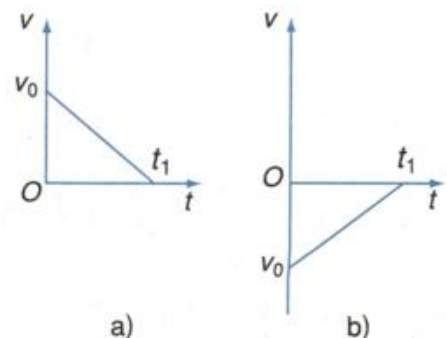


Hình 4.3

Đồ thị vận tốc theo thời gian trong chuyển động nhanh dần đều : $v \cdot a > 0$

a) v và a cùng dương

b) v và a cùng âm.



Hình 4.4

Đồ thị vận tốc theo thời gian trong chuyển động chậm dần đều : $v \cdot a < 0$

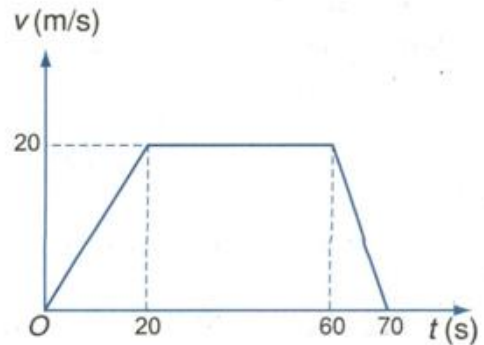
a) $v > 0$ và $a < 0$

b) $v < 0$ và $a > 0$.

C1 Tại thời điểm t_1 trên Hình 4.4, vận tốc bằng bao nhiêu ?

CÂU HỎI

1. Gia tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều có đặc điểm gì ?
2. Viết công thức liên hệ giữa vận tốc và gia tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều.
3. Giải thích tại sao khi vận tốc và gia tốc cùng dấu thì chất điểm chuyển động nhanh dần lên, khi chúng ngược dấu nhau thì chất điểm chuyển động chậm dần đi.
4. Hãy mô tả chuyển động của một người đi xe máy dựa vào đồ thị vận tốc theo thời gian trên Hình 4.5.



Hình 4.5

BÀI TẬP

1. Nhận xét nào sau đây **không đúng** với một chất điểm chuyển động thẳng theo một chiều với gia tốc $a = 4 \text{ m/s}^2$:
 - A. Lúc đầu vận tốc bằng 0 thì 1 s sau vận tốc của nó bằng 4 m/s.
 - B. Lúc vận tốc bằng 2 m/s thì 1 s sau vận tốc của nó bằng 6 m/s.
 - C. Lúc vận tốc bằng 2 m/s thì 2 s sau vận tốc của nó bằng 8 m/s.
 - D. Lúc vận tốc bằng 4 m/s thì 2 s sau vận tốc của nó bằng 12 m/s.
2. Chọn câu **sai**.

Khi một chất điểm chuyển động thẳng biến đổi đều thì nó

 - A. có gia tốc không đổi.
 - B. có gia tốc trung bình không đổi.
 - C. chỉ có thể chuyển động nhanh dần đều hoặc chậm dần đều.
 - D. có thể lúc đầu chuyển động chậm dần đều, sau đó chuyển động nhanh dần đều.
3. Tốc độ vũ trụ cấp I (7,9 km/s) là tốc độ nhỏ nhất để các con tàu vũ trụ có thể bay quanh Trái Đất. Hãy tính xem tên lửa phóng tàu vũ trụ phải có gia tốc bằng bao nhiêu để sau khi phóng 160 s con tàu đạt được tốc độ trên ? Coi gia tốc của tên lửa là không đổi.
4. Một chất điểm chuyển động trên trục Ox với gia tốc không đổi $a = 4 \text{ m/s}^2$ và vận tốc ban đầu $v_0 = -10 \text{ m/s}$.
 - a) Sau bao lâu thì chất điểm dừng lại ?
 - b) Tiếp sau đó chất điểm chuyển động như thế nào ?
 - c) Vận tốc của nó lúc $t = 5 \text{ s}$ là bao nhiêu ?
5. Một người đi xe đạp trên một đường thẳng. Sau khi khởi hành 5 s, vận tốc của người đó là 2 m/s, sau 5 s tiếp theo vận tốc là 4 m/s, sau 5 s tiếp theo vận tốc là 6 m/s.
 - a) Có thể kết luận chuyển động của người đó là nhanh dần đều được không ? Tại sao ?
 - b) Tính gia tốc trung bình trong mỗi khoảng thời gian 5 s và gia tốc trung bình trong cả khoảng thời gian từ lúc khởi hành.