

Chương 2

Mô tả chuyển động



Bài 4: Chuyển động thẳng

Vận tốc và đồ thị độ dịch chuyển - thời gian

I

Lý thuyết

1

Vận tốc

Vận tốc trung bình

Vận tốc trung bình là đại lượng vectơ được xác định bằng thương số giữa độ dịch chuyển của vật và thời gian để vật thực hiện độ dịch chuyển đó

$$\overrightarrow{v_{tb}} = \frac{\overrightarrow{d}}{\Delta t} = \frac{\Delta \overrightarrow{x}}{\Delta t}$$



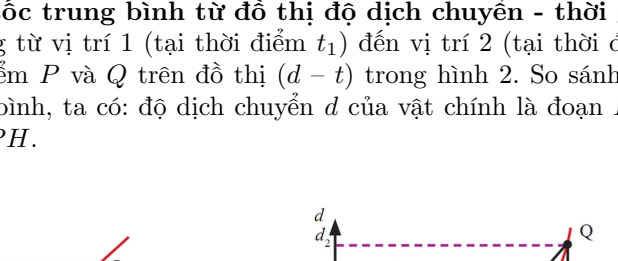
Lưu ý

Tốc độ trung bình chỉ bằng độ lớn của vận tốc trung bình khi vật chuyển động thẳng không đổi chiều.

2

Phương trình chuyển động thẳng đều

Xét một chất điểm chuyển động thẳng đều trên đường thẳng  $Ox$  với tốc độ  $v$ . Ở thời điểm ban đầu ( $t_0 = 0$ ), vật ở vị trí  $A$  cách gốc  $O$  một đoạn  $x_0$ . Vào thời điểm  $t$ , vật ở vị trí  $M$  cách gốc  $O$  một đoạn  $x$ .



Tọa độ của chất điểm sau thời gian chuyển động  $t$  là:

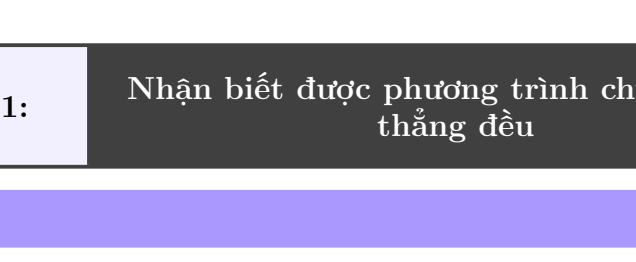
$$x = x_0 + s = x_0 + vt. \tag{1}$$

Phương trình dùng để xác định tọa độ của  $M$  theo thời gian được gọi là phương trình chuyển động của chất điểm  $M$ . Trong trường hợp này,  $M$  chuyển động thẳng đều nên phương trình này gọi là phương trình chuyển động thẳng đều của điểm  $M$ .

3

Đồ thị độ dịch chuyển - thời gian

Đồ thị độ dịch chuyển - thời gian của hai vật  $A$  và  $B$  được mô tả như hình 1



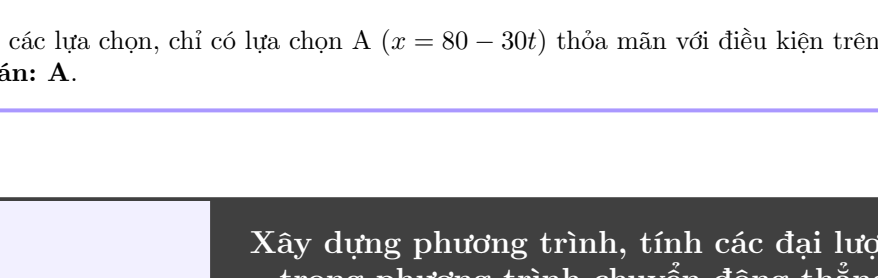
Hình 1

Từ các đồ thị ( $d - t$ ), ta có nhận xét:

- a) Đồ thị ( $d - t$ ) mô tả chuyển động của vật  $A$  là đường thẳng đi qua gốc tọa độ. Chuyển động của vật  $A$  là chuyển động thẳng đều.
- b) Đồ thị ( $d - t$ ) mô tả chuyển động của vật  $B$  là đường cong qua gốc tọa độ. Độ dịch chuyển của vật  $B$  trong những khoảng thời gian bằng nhau tăng lên nên chuyển động của vật  $B$  là chuyển động thẳng nhanh dần.

Vận tốc trung bình từ đồ thị độ dịch chuyển - thời gian

Xét vật chuyển động từ vị trí 1 (tại thời điểm  $t_1$ ) đến vị trí 2 (tại thời điểm  $t_2$ ) lần lượt được đánh dấu bởi hai điểm  $P$  và  $Q$  trên đồ thị ( $d - t$ ) trong hình 2. So sánh với biểu thức để xác định vận tốc trung bình, ta có: độ dịch chuyển  $d$  của vật chính là đoạn  $HQ$ , khoảng thời gian  $\Delta t$  chính là độ dài  $PH$ .



Hình 2

Từ đó, ta thấy vận tốc trung bình chính là độ dốc của đoạn  $PQ$  nối hai điểm trên đồ thị biểu diễn vị trí đầu đến vị trí cuối của vật.

Xác định vận tốc tức thời từ đồ thị độ dịch chuyển - thời gian

Vận tốc tức thời của vật tại một thời điểm được xác định bởi độ dốc của tiếp tuyến với đồ thị ( $d - t$ ) tại thời điểm đang xét.

Tốc độ tức thời tại một thời điểm chính là độ lớn của độ dốc tiếp tuyến của đồ thị ( $d - t$ ) tại điểm đó.

II

Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1:

Nhận biết được phương trình chuyển động thẳng đều

Ví dụ 1



Trong các phương trình chuyển động thẳng đều sau đây, phương trình nào biểu diễn chuyển động không phát từ gốc tọa độ và ban đầu hướng về gốc tọa độ?

- A.  $x = 80 - 30t$ .
- B.  $x = 15 + 40t$ .
- C.  $x = -6t$ .
- D.  $x = -10 - 6t$ .

Hướng dẫn giải

Phương trình chuyển động của vật là

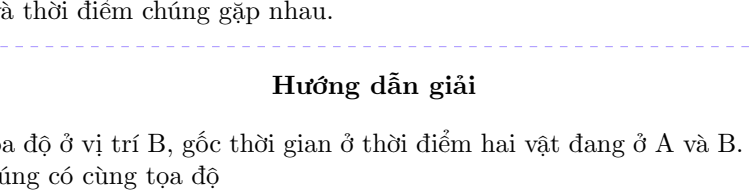
$$x = x_0 + vt.$$

Chuyển động không xuất phát từ gốc tọa độ thì  $x_0 \neq 0$ .

Ban đầu vật hướng về gốc tọa độ và ban đầu hướng về gốc tọa độ của vật phải thỏa mãn

$$\begin{cases} x_0 < 0, \\ v > 0 \end{cases} \quad \text{hoặc} \quad \begin{cases} x_0 > 0, \\ v < 0 \end{cases}$$

Hình vẽ sau minh họa hai trường hợp này:



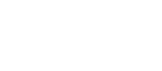
Trong các lựa chọn, chỉ có lựa chọn A ( $x = 80 - 30t$ ) thỏa mãn mọi điều kiện trên.

Đáp án: A.

Mục tiêu 2:

Xây dựng phương trình, tính các đại lượng trong phương trình chuyển động thẳng đều cho một hoặc hai vật.

Ví dụ 1



Một vật chuyển động thẳng đều với tốc độ 2 m/s. Lúc  $t = 2$  s vật có tọa độ 5 m. Phương trình chuyển động của vật là

- A.  $x = 2t + 1$  (m, s).
- B.  $x = -2t + 5$  (m, s).
- C.  $x = 2t + 5$  (m, s).
- D.  $x = -2t + 1$  (m, s).

Hướng dẫn giải

Phương trình tọa độ của vật có dạng:

$$x = x_0 + vt.$$

Thay  $x = 5$  m,  $v = 2$  m/s,  $t = 2$  s vào ta suy ra

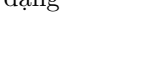
$$x_0 = x - vt = 5 \text{ m} - 2 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} = 1 \text{ m}.$$

Vậy phương trình chuyển động của vật là:

$$x = 1 + 2t = 2t + 1 \quad (\text{m, s}).$$

Đáp án: A.

Ví dụ 2



Trên đường thẳng từ nhà đến chỗ làm việc của A, cùng một lúc xe 1 khởi hành từ nhà đến chỗ làm với  $v_1 = 80$  km/h. Xe 2 từ chỗ làm đi cùng chiều xe 1 với  $v_2 = 60$  km/h. Biết quãng đường từ nhà đến chỗ làm là 40 km. Lập phương trình chuyển động của mỗi xe với cùng hệ quy chiếu.

Hướng dẫn giải

Chọn hệ quy chiếu gồm:

- Chiều dương cùng chiều với chiều chuyển động với hai xe;
- Gốc tọa độ tại A;
- Mốc thời gian lúc hai xe bắt đầu xuất phát.

Xe 1 có phương trình chuyển động

$$x_1 = x_0 + v_1 t = 80t \quad (\text{km, h}).$$

Xe 2 có phương trình chuyển động

$$x_2 = x_0 + v_2 t = 40 + 60t \quad (\text{km, h}).$$

Ví dụ 3



Hai vật chuyển động ngược chiều qua A và B cùng một lúc. Vật qua A có vận tốc  $v_1 = 10$  m/s, vật qua B có vận tốc  $v_2 = 15$  m/s. Cho biết AB có chiều dài 100 m. Lấy trục tọa độ là đường thẳng AB, gốc tọa độ ở B, chiều dương từ A sang B, mốc thời gian là lúc chúng cùng qua A và B. Lập phương trình chuyển động của mỗi vật.

Hướng dẫn giải

Hệ quy chiếu gồm:

- Chiều dương từ A sang B;
- Gốc tọa độ tại B;
- Mốc thời gian lúc hai vật cùng qua A và B.

Phương trình chuyển động của vật qua A là

$$x_A = x_{0A} + v_A t = -100 + 10t \quad (\text{m, s}).$$

Phương trình chuyển động của vật qua B là

$$x_B = x_{0B} + v_B t = -15t \quad (\text{m, s}).$$

Mục tiêu 3:

Xác định vị trí, thời điểm hai vật chuyển động thẳng đều gặp nhau

Ví dụ 1



Hai vật chuyển động ngược chiều qua A và B cùng một lúc. Vật qua A có vận tốc  $v_1 = 10$  m/s, vật qua B có vận tốc  $v_2 = 15$  m/s. Cho biết AB có chiều dài 100 m. Xác định vị trí và thời điểm chúng gặp nhau.

Hướng dẫn giải

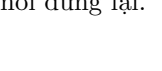
Chọn gốc tọa độ ở vị trí B, gốc thời gian ở thời điểm hai vật đang ở A và B. Hai vật gặp nhau khi chúng có cùng tọa độ

$$x_1 = x_2 \Rightarrow -100 + 10t = -15t \Rightarrow t = 4 \text{ s}.$$

Dựa vào phương trình chuyển động, ta xác định được vị trí hai vật gặp nhau

$$x_1 = x_2 = v_2 t = -15 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = -60 \text{ m}.$$

Ví dụ 2



Lúc 7 giờ, một người ở A chuyển động thẳng đều với  $v_A = 36$  km/h đuổi theo người ở B đang chuyển động với  $v_B = 5$  m/s. Biết  $AB = 18$  km. Viết phương trình chuyển động của 2 người. Hai người đuổi kịp nhau tại nơi cách A một khoảng

- A. 58 km.
- B. 46 km.
- C. 36 km.
- D. 24 km.

Hướng dẫn giải

$v_B = 5 \text{ m/s} = 18 \text{ km/h}$

Chọn gốc tọa độ tại A, gốc thời gian là thời điểm hai người 7 giờ.

Phương trình chuyển động của hai người ở A và B lần lượt có dạng

$$\begin{aligned} x_A &= 36t; \\ x_B &= x_0 + v_B t = 18 + 18t. \end{aligned}$$

Khi hai người gặp nhau, tọa độ của hai người trùng nhau

$$x_1 = x_2 \Rightarrow 36t = 18 + 18t \Rightarrow t = 1 \text{ h}$$

Dựa vào phương trình chuyển động, suy ra nơi gặp nhau cách A

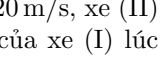
$$x_1 = 36t = 36 \text{ km/h} \cdot 1 \text{ h} = 36 \text{ km}.$$

Đáp án: C.

Mục tiêu 4:

Thực hiện xác định quãng đường, vận tốc và thời gian dựa vào phương trình chuyển động thẳng đều

Ví dụ 1



Xe máy đi từ A đến B mất 8 giờ, xe thứ hai đi từ B đến A mất 6 giờ. Nếu hai xe khởi hành cùng một lúc từ A và B để đến gặp nhau thì sau 3 giờ hai xe cách nhau 30 km. Tính chiều dài của quãng đường AB.

Hướng dẫn giải

Gọi  $v_1$  và  $v_2$  lần lượt là độ lớn vận tốc của hai xe. Từ quãng đường AB và thời gian chuyển động, ta tính được tỉ số độ lớn vận tốc của hai xe

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{s}{t_1}, \\ v_2 &= \frac{s}{t_2}, \\ \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} &= \frac{t_2}{t_1} = \frac{6 \text{ h}}{8 \text{ h}} = \frac{3}{4} \\ \Rightarrow v_1 &= \frac{3}{4} v_2. \end{aligned}$$

Nếu gốc tọa độ được chọn tại vị trí A, gốc thời gian là lúc 2 xe xuất phát, thì tọa độ ban đầu của hai xe lần lượt là 0 và  $s$ . Phương trình chuyển động của hai xe có dạng

$$\begin{aligned} x_1 &= v_1 t = \frac{3}{4} v_2 t, \\ x_2 &= s - v_2 t = v_2 t_2 - v_2 t. \end{aligned}$$

Sau 3 giờ:

$$|x_1 - x_2| = 30 \text{ km} \Rightarrow v_2 = 40 \text{ km/h}.$$

Suy ra

$$s = v_2 t_2 = 40 \text{ km/h} \cdot 6 \text{ h} = 240 \text{ km}.$$

Ví dụ 2



Hai vật chuyển động ngược chiều qua A và B cùng một lúc. Vật qua A có vận tốc  $v_1 = 10$  m/s, vật qua B có vận tốc  $v_2 = 15$  m/s. Cho biết AB có chiều dài 100 m. Xác định vị trí và thời điểm chúng cách nhau 25 m.

Hướng dẫn giải

Chọn gốc tọa độ ở A, gốc thời gian là thời điểm hai vật đang đi qua A và B. Gọi  $s = 100$  m là chiều dài đoạn AB. Phương trình chuyển động của hai vật lần lượt là

$$\begin{aligned} x_1 &= v_1 t, \\ x_2 &= s - v_2 t. \end{aligned}$$

Khi hai vật cách nhau 25 m

$$d = |x_A - x_B| = 25 \text{ m}.$$

Thay giá trị số và giải phương trình, ta tìm được thời gian

$$|10t - 100 + 15t| = 25 \Rightarrow t = 3 \text{ s} \vee t = 5 \text{ s}.$$

Với  $t = 3$  s, thay vào phương trình chuyển động, ta được vị trí hai vật

$$\begin{aligned} x_1 &= v_1 t = 10 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s} = 30 \text{ m} \\ x_2 &= s - v_2 t = 100 \text{ m} - 15 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s} = 55 \text{ m}. \end{aligned}$$

Với  $t = 5$  s, thay vào phương trình chuyển động, ta được vị trí hai vật

$$\begin{aligned} x_1 &= v_1 t = 10 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 50 \text{ m} \\ x_2 &= s - v_2 t = 100 \text{ m} - 15 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 25 \text{ m}. \end{aligned}$$

Mục tiêu 5:

Tính được tốc độ từ đồ thị độ dịch chuyển - thời gian.

Ví dụ 1



Một vật chuyển động có đồ thị ( $d - t$ ) được mô tả như hình 3. Hãy xác định tốc độ tức thời của vật tại các vị trí A, B và C.



Hình 3

Hướng dẫn giải

Tốc độ tức thời tại một thời điểm chính là độ dốc của tiếp tuyến với đồ thị ( $d - t$ ) tại điểm đó:

- Tốc độ tức thời tại A

$$v_A = \frac{2 - 0}{1 - 0} = 2 \text{ m/s}$$

- Tốc độ tức thời tại điểm B

$$v_B = \frac{4 - 4}{3 - 2} = 0 \text{ m/s}$$

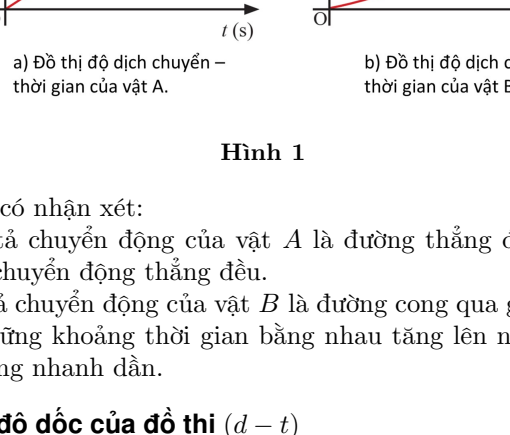
- Tốc độ tức thời tại điểm C

$$v_C = \frac{2 - 4}{4 - 3} = 2 \text{ m/s}$$

Ví dụ 2



Đồ thị độ dịch chuyển - thời gian trong chuyển động thẳng của một xe ô tô cho điều khiển từ xa được vẽ ở hình 4.



Hình 4

- a) Mô tả chuyển động của xe.
- Xác định vị trí của xe so với điểm xuất phát của xe ở giây thứ 2, giây thứ 4, giây thứ 8 và giây thứ 10.
- c) Xác định tốc độ và vận tốc của xe trong 2 giây đầu, từ giây 2 đến giây 4 và từ giây 4 đến giây 8.
- d) Xác định quãng đường đi được và độ dịch chuyển của xe sau 10 giây chuyển động. Tại sao giá trị của chúng không giống nhau?

Hướng dẫn giải

- a) Trong 2 giây đầu xe chuyển động với vận tốc không đổi.
- Từ giây 2 đến giây 4 xe dừng lại.
- Từ giây 4 đến giây 8 xe đổi chiều chuyển động theo hướng ngược lại với vận tốc nhỏ hơn lúc đi và quay lại vị trí xuất phát.
- Từ giây 8 đến giây 9 xe đi tiếp với vận tốc đó thêm 1 đoạn rồi mới dừng lại.
- Từ giây 9 đến giây 10 xe dừng lại.
- b) Ở giây thứ 2: xe cách vị trí xuất phát 4 m.
- Ở giây thứ 4: xe vẫn cách vị trí xuất phát 4 m.
- Ở giây thứ 8: xe quay lại vị trí xuất phát.
- Ở giây thứ 10: xe ở sau vị trí xuất phát 1 m.
- c) Trong 2 giây đầu: vận tốc của xe = tốc độ của xe =  $\frac{4 - 0}{2 - 1} = 2$  m/s.
- Từ giây 4 đến giây 8
  - tốc độ của xe =  $\frac{0 - 4}{8 - 4} = 1$  m/s.
  - vận tốc của xe =  $\frac{0 - 4}{8 - 4} = -1$  m/s.
- d) Sau 10 giây chuyển động thì
  - quãng đường xe đi được là  $s = 4 + 0 + 4 + 1 = 9$  m.
  - độ dịch chuyển:  $d = -1$  m.

Khi vật chuyển động thẳng, có đổi chiều thì quãng đường đi được và độ dịch chuyển có độ lớn không bằng nhau.

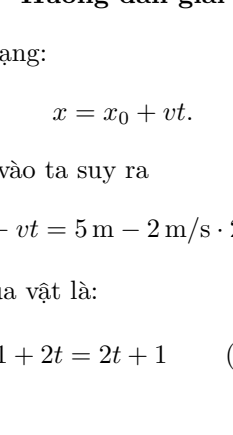
Mục tiêu 6:

Xây dựng đồ thị tọa độ - thời gian, chọn tỉ xích, lập bảng giá trị tương ứng cho một vật chuyển động thẳng đều

Ví dụ 1



Vật chuyển động thẳng đều có đồ thị tọa độ - thời gian như hình vẽ. Phương trình chuyển động của vật có dạng nào sau đây?



- A.  $x = 5 + 5t$ .
- B.  $x = 4t$ .
- C.  $x = 5 - 5t$ .
- D.  $x = 5 + 4t$ .

Hướng dẫn giải

Nhận xét rằng đồ thị mô tả chuyển động của vật đi qua các điểm  $(0,5)$  và  $(2,15)$  m. Vận tốc của vật được tính từ tọa độ các điểm này

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{15 \text{ m} - 5 \text{ m}}{2 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}.$$

Phương trình chuyển động của vật do đó có dạng

$$x = x_0 + vt = 5 + 5t \quad (\text{m, s}).$$

Đáp án: A.

Ví dụ 2



Hai xe chuyển động đều trên cùng một đường thẳng. Vận tốc của xe (I) là 20 m/s, xe (II) là 10 m/s. Lúc  $t = 0$ , hai xe cách nhau 200 m. Chọn gốc tọa độ là vị trí của xe (I) lúc  $t = 0$ , chiều dương là chiều chuyển động của hai xe.

- a) Viết phương trình chuyển động của mỗi xe.
- b) Vẽ đồ thị chuyển động của hai xe, từ đó hãy xác định thời điểm và nơi gặp nhau của hai xe.

Hướng dẫn giải

- a) Hệ quy chiếu gồm:
  - Chiều dương là chiều chuyển động của hai xe;
  - Gốc tọa độ là vị trí của xe (I) lúc  $t = 0$ ;
  - Mốc thời gian ( $t = 0$ ) là lúc hai xe cách nhau 200 m.

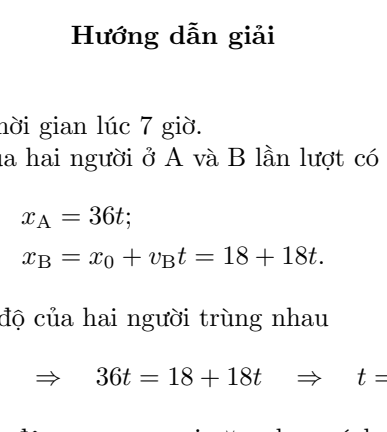
Phương trình chuyển động của vật (I) là:

$$x_{(I)} = x_{0(I)} + v_{(I)} t = 20t \quad (\text{m, s}).$$

Phương trình chuyển động của vật (II) là:

$$x_{(II)} = x_{0(II)} + v_{(II)} t = 200 + 10t \quad (\text{m, s}).$$

- b) Đồ thị chuyển động của hai xe là:



Hai đồ thị cắt nhau tại M ( $t_M = 20$  s,  $x_M = 400$  m). Do đó, nơi gặp cách vị trí xe (I) lúc  $t = 0$  là 400 m sau thời gian 20 s.