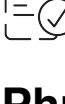




Chương 3

Chuyển động biến đổi



Bài 7: Gia tốc. Chuyển động thẳng biến đổi đều

Phương trình toạ độ của vật chuyển động thẳng biến đổi đều

I

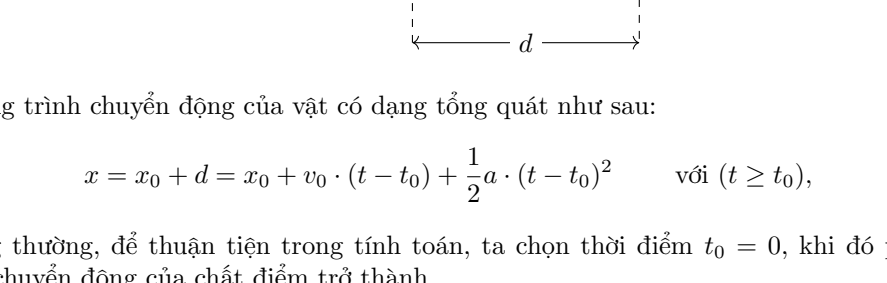
Lý thuyết

1 Phương trình toạ độ của chất điểm chuyển động thẳng biến đổi đều

Phương trình chuyển động của vật là phương trình mô tả sự thay đổi toạ độ của vật theo thời gian.

Để lập phương trình toạ độ của vật chuyển động thẳng biến đổi đều, ta thực hiện các bước như sau:

- Chọn hệ quy chiếu gồm:
 - Chiều dương (thường là chiều chuyển động của một vật);
 - Gốc toạ độ (thường là vị trí xuất phát của một vật);
 - Mốc thời gian (thường là thời điểm bắt đầu chuyển động của một vật).
- Xét một điểm chuyển động thẳng biến đổi đều trên đường thẳng Ox . Ở thời điểm ban đầu (t_0), chất điểm ở vị trí A có toạ độ x_0 với vận tốc ban đầu v_0 và gia tốc a . Mốc thời gian được chọn lúc bắt đầu chuyển động. Ở thời điểm t , chất điểm ở vị trí B có toạ độ x như hình vẽ.



Phương trình chuyển động của vật có dạng tổng quát như sau:

$$x = x_0 + d = x_0 + v_0 \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} a \cdot (t - t_0)^2 \quad \text{với } (t \geq t_0),$$

Thông thường, để thuận tiện trong tính toán, ta chọn thời điểm $t_0 = 0$, khi đó phương trình chuyển động của chất điểm trở thành

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2.$$

2 Điều kiện để hai vật gặp nhau

Hai vật gặp nhau khi chúng có cùng toạ độ:

$$x_1 = x_2.$$

3 Khoảng cách giữa hai vật trong quá trình chuyển động

Khoảng cách giữa hai vật tại thời điểm t bất kì là:

$$\Delta x = |x_1 - x_2|.$$

II

Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1:

Xây dựng phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều

Ví dụ 1



Một vật chuyển động thẳng chậm dần đều với tốc độ ban đầu 3 m/s và gia tốc có độ lớn 2 m/s². Biết thời điểm ban đầu vật ở gốc toạ độ và chuyển động ngược chiều dương của trục toạ độ. Viết phương trình chuyển động của vật.

Hướng dẫn giải

Chọn gốc thời gian là khi vật bắt đầu chuyển động.
Vì vật chuyển động chậm dần đều ngược chiều dương nên

$$\begin{cases} a \cdot v < 0 \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a > 0 \\ v < 0. \end{cases}$$

Kết hợp với các dữ kiện của đề bài, ta suy ra

$$\begin{cases} a = 2 \text{ m/s}^2 \\ v = -3 \text{ m/s} \\ x_0 = 0 \text{ m} \end{cases} \quad (\text{vì ban đầu vật ở gốc toạ độ.})$$

Do đó, phương trình chuyển động của vật có dạng $x = -3t + t^2$ (m, s).

Ví dụ 2



Một đoạn dốc thẳng dài 62,5 m, Nam đi xe đạp và khởi hành từ chân dốc đi lên với $v_0 = 18$ km/h chuyển động chậm dần đều với gia tốc có độ lớn 0,2 m/s².

- Viết phương trình chuyển động của Nam.
- Nam đi hết đoạn dốc trong bao lâu?

Hướng dẫn giải

Đổi đơn vị

$$18 \text{ km/h} = \frac{18 \cdot 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}.$$

Chọn gốc toạ độ tại chân dốc, chiều dương từ chân đến đỉnh dốc, gốc thời gian là khi Nam bắt đầu lên dốc.

- Khi nam lên dốc, Nam đi theo chiều dương nên $v > 0$.
Chuyển động chậm dần đều:

$$a \cdot v < 0 \Rightarrow a < 0.$$

Phương trình chuyển động:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 5t - 0,1t^2.$$

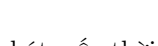
- Thời gian đi hết đoạn dốc

$$62,5 = 5t - 0,1t^2 \Rightarrow t = 25 \text{ s}.$$

Mục tiêu 2:

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

Ví dụ 1



Một xe ô tô bắt đầu chuyển động thẳng nhanh dần đều với gia tốc 0,5 m/s² đúng lúc một xe máy chuyển động thẳng đều với tốc độ 36 km/h vượt qua nó. Xác định thời điểm và vị trí hai xe gặp nhau lần nữa và vận tốc xe ô tô khi đó? Xác định thời điểm để hai xe cách nhau một quãng đường là 100 m.

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của ô tô, gốc toạ độ tại vị trí xuất phát, gốc thời gian là lúc xe ô tô khởi hành.

Xe ô tô có các thông số chuyển động

$$x_{10} = 0 \text{ m}; \quad v_{10} = 0 \text{ m/s}; \quad a_1 = 0,5 \text{ m/s}^2$$

nên có phương trình chuyển động

$$x_1 = x_{10} + v_{10} t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} a_1 t^2.$$

Xe máy có các thông số chuyển động

$$x_{20} = 0; \quad v_{20} = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}; \quad a_2 = 0 \text{ m/s}^2$$

nên có phương trình chuyển động

$$x_2 = x_{20} + v_{20} t + \frac{1}{2} a_2 t^2 = v_{20} t.$$

Toạ độ hai xe bằng nhau khi hai xe gặp nhau

$$\begin{aligned} x_1 &= x_2 \\ \Rightarrow \frac{1}{2} a_1 t^2 &= v_{20} t \end{aligned}$$

$$\begin{cases} t = 0 \text{ s} \\ t = \frac{2v_{20}}{a_1} = \frac{2 \cdot 10 \text{ m/s}}{0,5 \text{ m/s}^2} = 40 \text{ s} \end{cases}$$

trong đó nghiệm $t = 0$ ứng với thời điểm hai xe gặp nhau lúc đầu, còn nghiệm $t = 40$ s là nghiệm ta cần tìm.

Vị trí 2 xe gặp nhau

$$x_1 = x_2 = v_{20} t = 10 \text{ m/s} \cdot 40 \text{ s} = 400 \text{ m}.$$

Vận tốc ô tô khi đó

$$v_1 = v_{10} + a_1 t = 0 \text{ m/s} + 0,5 \text{ m/s}^2 \cdot 40 \text{ s} = 20 \text{ m/s}.$$

Ví dụ 2



Trong một chuyến từ thiện của trung tâm A thì mọi người dừng lại bên đường uống nước. Sau đó, ngay thời điểm ô tô bắt đầu chuyển động nhanh dần đều với gia tốc 0,5 m/s² thì có một xe khách vượt qua xe với tốc độ 18 km/h và gia tốc 0,3 m/s². Hỏi ô tô đuổi kịp xe khách sau khi đi quãng đường bao xa, và tính vận tốc của ô tô lúc đó.

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của ô tô, gốc toạ độ tại vị trí uống nước, gốc thời gian là lúc xe ô tô khởi hành.

Từ các thông số chuyển động của ô tô

$$x_{10} = 0, \quad v_{10} = 0, \quad a_1 = 0,5 \text{ m/s}^2,$$

ta suy ra phương trình chuyển động của ô tô

$$x_1 = 0,25t^2.$$

Tương tự, phương trình chuyển động của xe khách cũng được suy ra từ các thông số chuyển động của xe khách

$$\begin{aligned} x_{20} &= 0, \quad v_{20} = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}, \quad a_2 = 0,3 \text{ m/s}^2 \\ \Rightarrow x_2 &= 5t + 0,15t^2. \end{aligned}$$

Thời điểm hai xe gặp nhau được xác định từ phương trình

$$x_1 = x_2 \Rightarrow 0,25t^2 = 5t + 0,15t^2 \Rightarrow t = 0 \text{ s} \quad \vee \quad t = 50 \text{ s}.$$

Ta chọn nghiệm $t = 50$ s là thời điểm gặp nhau sau khi ô tô đã xuất phát.

Vận tốc của ô tô khi đó

$$v_1 = v_{10} + a_1 t = 0 \text{ m/s} + 0,5 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ s} = 25 \text{ m/s}.$$

Quãng đường ô tô đã đi được cho đến khi gặp nhau

$$s = x - x_0 = 0,25t^2 = 625 \text{ m}.$$

Mục tiêu 3:

Xác định vận tốc, khoảng cách giữa hai vật chuyển động thẳng biến đổi đều

Ví dụ 1



Một xe ô tô bắt đầu chuyển động thẳng nhanh dần đều với gia tốc 0,5 m/s² đúng lúc một xe máy chuyển động thẳng đều với vận tốc 36 km/h vượt qua nó. Xác định thời điểm để hai xe cách nhau một quãng đường là 100 m.

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của ô tô, gốc toạ độ tại vị trí xuất phát, gốc thời gian là lúc xe ô tô khởi hành.

Xe ô tô có các thông số chuyển động

$$x_{10} = 0 \text{ m}; \quad v_{10} = 0 \text{ m/s}; \quad a_1 = 0,5 \text{ m/s}^2$$

nên có phương trình chuyển động

$$x_1 = x_{10} + v_{10} t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = 0,25t^2.$$

Xe máy có các thông số chuyển động

$$x_{20} = 0; \quad v_{20} = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}; \quad a_2 = 0 \text{ m/s}^2$$

nên có phương trình chuyển động

$$x_2 = x_{20} + v_{20} t + \frac{1}{2} a_2 t^2 = v_{20} t = 10t.$$

Để 2 xe cách nhau 40 m thì

$$\begin{aligned} |x_1 - x_2| &= 100. \\ \Rightarrow \begin{cases} x_1 - x_2 &= 100 \\ x_2 - x_1 &= 100. \end{cases} \\ \Rightarrow \begin{cases} 0,25t^2 - 10t &= 100 \Rightarrow t \approx 48,28 \text{ s} \\ 10t - 0,25t^2 &= 100 \Rightarrow t = 20 \text{ s}. \end{cases} \end{aligned}$$



Lưu ý

Đôi khi các phương trình cho ta nhiều nghiệm t , ta cần phân tích ý nghĩa của nghiệm và lựa chọn nghiệm phù hợp với thời điểm ta quan tâm.

Chẳng hạn trong bài toán này, các phương trình cho ba nghiệm: $t_1 \approx -8,28 \text{ s}$, $t_2 = 20 \text{ s}$, $t_3 \approx 48,28 \text{ s}$. Nghiệm t_1 tương ứng với thời điểm trước khi xe hai xe gặp nhau lần đầu, lúc đó xe máy đang ở phía sau của ô tô và chuẩn bị vượt qua ô tô. Nghiệm t_2 ứng với thời điểm ô tô đang đuổi theo xe máy, và còn cách xe máy 100 m. Nghiệm t_3 ứng với thời điểm ô tô đã vượt qua xe máy và đã bỏ xa xe máy 100 m. Do đề bài chỉ cho ta biết về chuyển động hai xe kể từ thời điểm xe máy vượt qua ô tô, nên ta chỉ quan tâm các nghiệm $t > 0$.

