

5 PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

I – Mục tiêu

- Hiểu rõ phương trình chuyển động biểu diễn tọa độ là hàm số của thời gian.
- Biết thiết lập phương trình chuyển động từ công thức vận tốc bằng phép tính đại số và nhờ đồ thị vận tốc.
- Nắm vững các công thức liên hệ giữa độ dời, vận tốc và gia tốc.
- Hiểu rõ đồ thị của phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều là một phần của đường parabol.
- Biết áp dụng các công thức tọa độ, vận tốc để giải các bài toán chuyển động của một chất điểm, của hai chất điểm chuyển động cùng chiều hoặc ngược chiều.

II – Chuẩn bị

Học sinh

Ôn lại công thức vận tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều :

$$v = v_0 + at$$

III – Những điều cần lưu ý

1. Khi thiết lập phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều, ta đã dùng công thức vận tốc $v = v_0 + at$. Vận tốc là một hàm bậc nhất của thời gian. Do đó, ta có thể tính độ dời trong chuyển động này bằng độ dời của một chuyển động thẳng đều, với vận tốc bằng trung bình cộng của vận tốc đầu v_0 và vận tốc v ở thời điểm t . Sau đó, áp dụng công thức của chuyển động thẳng đều để tìm độ dời và phương trình chuyển động. Nhớ rằng, *lập luận này chỉ đúng trong trường hợp vận tốc là hàm bậc nhất của thời gian*. Ta không thể áp dụng cho mọi trường hợp được vì nói chung, trung bình cộng của hai vận tốc v_1 và v_2 ở hai thời điểm t_1 và t_2 khác với vận tốc trung bình trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 .

2. Trong bài học vẽ đồ thị chuyển động thẳng biến đổi đều khi $v_0 = 0$, có hai trường hợp, một ứng với gia tốc a là dương và một ứng với gia tốc a là

âm. Thực ra, đây chỉ do quy ước chiều của trục toạ độ. Nếu trong trường hợp thứ hai, ta đổi chiều trục toạ độ thì đường biểu diễn lại có dạng như trường hợp thứ nhất. Cả hai trường hợp đều là chuyển động nhanh dần đều. *Chuyển động là chậm dần đều chỉ khi có vận tốc ban đầu khác 0 và ngược dấu với dấu của gia tốc, và cũng chỉ tồn tại trong một khoảng thời gian cho đến khi vận tốc bằng 0.* Sau đó, vật lại chuyển động nhanh dần đều theo chiều ngược lại. Điều này đã nói rõ trong bài trước.

3. Lập luận chặt chẽ về phương trình chuyển động được thực hiện như sau :

+ Vẽ đồ thị hàm số $v = v_0 + at$, ta được một đường thẳng.

Chia khoảng thời gian từ 0 đến t thành n phần bằng nhau và bằng Δt rất nhỏ. Trong khoảng thời gian $\Delta t = t_C - t_A$, coi chuyển động của chất điểm là đều với vận tốc v_B .

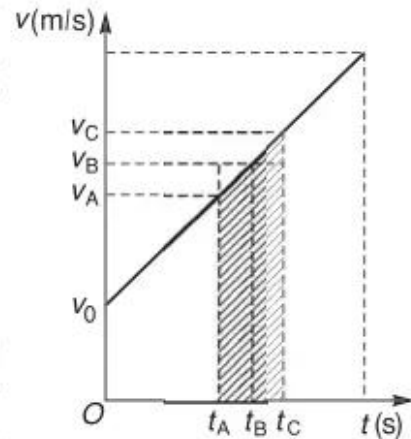
Như vậy, độ dời $\Delta x = x_C - x_A$ trong khoảng thời gian Δt bằng :

$$\Delta x = v_B \Delta t$$

+ Trên hình 5.1, Δx có giá trị bằng diện tích hình chữ nhật có hai cạnh là v_B và Δt . Ta nhận thấy ngay là diện tích hình chữ nhật này bằng diện tích hình thang vuông có hai cạnh đáy là v_A và v_C , còn đường cao là Δt . Như vậy :

$$\Delta x = \frac{1}{2} (v_A + v_C) \Delta t$$

+ Độ dời $x - x_0$ trong khoảng thời gian từ 0 đến t bằng tổng diện tích tất cả các hình thang vuông nhỏ đó. Trên hình vẽ, ta thấy đó là hình thang vuông lớn có hai đáy là v_0 và v , chiều cao là t , tức là :



Hình 5.1

$$x - x_0 = \sum \Delta x = \sum \frac{1}{2} (v_A + v_C) \Delta t$$

Nếu số khoảng chia càng nhiều thì Δt càng nhỏ, công thức trên càng đúng với giá trị thực của độ dời. Tại giới hạn $n \rightarrow \infty$ tức là $\Delta t \rightarrow 0$, độ dời bằng :

$$x - x_0 = \frac{1}{2} (v_0 + v) t$$

Thay $v = v_0 + at$ vào công thức trên và viết lại, ta được phương trình chuyển động :

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

Chú ý rằng, lập luận này cũng đúng cho trường hợp đường biểu diễn có dạng bất kì $v = v(t)$. Khi đó, ta có công thức tích phân sau :

$$x - x_0 = \int_0^t v(t)dt$$

4. Các công thức liên hệ giữa độ dời, vận tốc và gia tốc có thể coi như một bài tập. HS có thể tự rút ra được.

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

1. Tuy là bài lí thuyết hoàn toàn nhưng HS có thể tham gia xây dựng bài học trong suốt quá trình.

2. Có thể gợi ý HS cách xây dựng phương trình từ việc nhận xét các đặc điểm của chuyển động thẳng biến đổi đều và thẳng đều. Phải rất chú ý đến lập luận trong bài học là :

Vì vận tốc là một hàm bậc nhất của thời gian, nên ta có thể coi chuyển động thẳng biến đổi đều như một chuyển động thẳng đều, *nhưng với* vận tốc bằng trung bình cộng của hai vận tốc đầu và cuối.

3. Giúp HS phân biệt vận tốc trung bình và trung bình cộng của các vận tốc.

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

Câu hỏi

1. Phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều :

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

trong đó, x_0 và v_0 là toạ độ và vận tốc của chất điểm lúc $t = t_0 = 0$.

2. 0 s – 5 s : $a = 0$

5 s – 15 s : $a = 1,2 \text{ m/s}^2$

> 15 s : $a = 0$.

Bài tập

1. C sai.

Hướng dẫn : Lúc đầu chuyển động chậm dần đều, sau khi vận tốc bằng 0 thì chuyển động nhanh dần đều theo chiều ngược lại.

2. a) 6 m/s^2 ;

b) $x = 2.3 + 3.(3)^2 = 33 \text{ m}$, $v = 2 + 6.3 = 20 \text{ m/s}$.

3. $a = -8 \text{ m/s}^2$, $v = 15 - 8.2 = -1 \text{ m/s}$,

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 15.2 + \left(-\frac{8}{2}\right).2^2 = 14 \text{ m}$$

$$v_{\text{tb}} = \frac{14}{2} = 7 \text{ m/s}.$$

4. a) $x = 30t - t^2$.

b) $x_M = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{30^2}{2.2} = 225 \text{ m}$.

c) $t = \frac{v_0}{a} = \frac{30}{2} = 15 \text{ s}$.

d) $v = v_0 + at \Rightarrow v = 30 - 2t = 30 - 2.20 = -10 \text{ m/s}$.

Ô tô chuyển động đi xuống dưới.