

8 CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU TỐC ĐỘ DÀI VÀ TỐC ĐỘ GÓC

Chuyển động trên một quỹ đạo tròn của một chất điểm gọi là chuyển động tròn. Có rất nhiều vật chuyển động tròn như đầu mũi kim đồng hồ, một điểm trên vành đĩa máy mài hay trên cánh của quạt điện... Trái Đất quay quanh Mặt Trời, Mặt Trăng quay quanh Trái Đất cũng có thể coi là những ví dụ về chuyển động tròn.

1. Vectơ vận tốc trong chuyển động cong

Khi chất điểm chuyển động cong, vectơ vận tốc của nó luôn luôn thay đổi hướng. Trong khoảng thời gian Δt , chất điểm dời chỗ từ M đến M' (Hình 8.2). Vectơ vận tốc trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian đó bằng :

$$\vec{v}_{tb} = \frac{\overline{MM'}}{\Delta t}$$

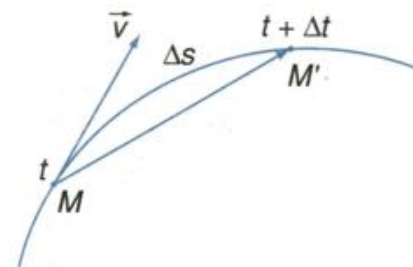
Nếu lấy Δt rất nhỏ thì M' rất gần M . Phương của $\overline{MM'}$ rất gần với tiếp tuyến tại M , độ lớn của $\overline{MM'}$ rất gần với độ dài cung đường đi được Δs . Bằng những lập luận chặt chẽ, người ta đi tới kết luận rằng, khi Δt dần tới 0 thì vectơ vận tốc trung bình trở thành vectơ vận tốc tức thời \vec{v} tại thời điểm t . Vectơ vận tốc tức thời có phương trùng với tiếp tuyến của quỹ đạo tại M , cùng chiều với chuyển động và có độ lớn là

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{khi } \Delta t \text{ rất nhỏ}) \quad (8.1)$$



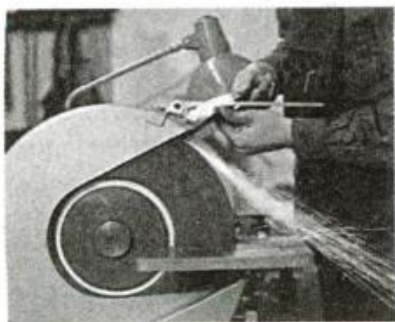
Hình 8.1

Khi ô tô chạy trên đường vòng, người lái xe dùng vô lăng điều khiển cho xe chuyển hướng đều đặn, vạch thành một quỹ đạo cong.



Hình 8.2

Vectơ vận tốc \vec{v} tại điểm M tiếp tuyến với quỹ đạo và hướng theo chiều chuyển động.



Hình 8.3

Máy mài đang quay đều. Mỗi điểm trên đá mài thực hiện một chuyển động tròn đều. Các tia lửa bắn ra theo phương tiếp tuyến với mép của đá mài cho ta hình dung phương của vectơ vận tốc của một điểm trên mép đá mài.

C1 Khi chuyển động tròn đều, chất điểm có thay đổi vận tốc không ?

Với bán kính quỹ đạo không đổi, chu kỳ càng nhỏ thì giá trị của vận tốc v của chất điểm càng lớn và ngược lại.

2. Vectơ vận tốc trong chuyển động tròn đều. Tốc độ dài

Chuyển động cong có quỹ đạo tròn là chuyển động tròn.

Chuyển động tròn là đều khi chất điểm đi được những cung tròn có độ dài bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau tùy ý.

Gọi Δs là độ dài cung tròn mà chất điểm đi được trong khoảng thời gian Δt .

Tại một điểm trên đường tròn, vectơ vận tốc \vec{v} của chất điểm có phương trùng với tiếp tuyến và có chiều của chuyển động. Độ lớn của vectơ vận tốc \vec{v} bằng :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{hằng số} \quad (8.2)$$

Như vậy, vectơ vận tốc của chất điểm trong chuyển động tròn đều có độ lớn không đổi nhưng có hướng luôn thay đổi. Ta sẽ gọi độ lớn của vectơ vận tốc trong chuyển động tròn đều là tốc độ dài để phân biệt với tốc độ góc sẽ nói ở dưới đây.

3. Chu kì và tần số của chuyển động tròn đều

Gọi T là khoảng thời gian chất điểm đi hết một vòng trên đường tròn. Từ công thức (8.2) ta có :

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad \text{hay}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (8.3)$$

trong đó r là bán kính đường tròn ; vì v không đổi nên T là một hằng số và được gọi là *chu kì*.

Chu kì là một đặc trưng của chuyển động tròn đều. Sau mỗi chu kì, chất điểm trở về vị trí ban đầu và lặp lại chuyển động như trước. Chuyển động như thế gọi là *tuần hoàn* với chu kì T .

Thay cho chu kì T có thể dùng *tần số* f để đặc trưng cho chuyển động tròn đều. Tần số f của chuyển động tròn đều là số vòng chất điểm đi được trong một giây, nên

$$f = \frac{1}{T} \quad (8.4)$$

Đơn vị của tần số là héc, kí hiệu là Hz :

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ vòng/s} = 1 \text{ s}^{-1}.$$

4. Tốc độ góc. Liên hệ giữa tốc độ góc với tốc độ dài

Khi chất điểm đi được một cung tròn $\widehat{M_0M} = \Delta s$ thì bán kính OM_0 của nó quét được một góc $\Delta\varphi$

$$\Delta s = r\Delta\varphi \quad (8.5)$$

trong đó r là bán kính đường tròn. Góc $\Delta\varphi$ được tính bằng radian (viết tắt là rad). Thương số của góc quét $\Delta\varphi$ và thời gian Δt gọi là tốc độ góc

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (8.6)$$

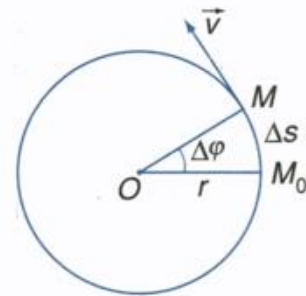
ω đo bằng radian trên giây (rad/s).

Ta nhận thấy trong cùng một thời gian Δt , chuyển động tròn đều nào có tốc độ góc ω lớn thì góc quét $\Delta\varphi$ của bán kính OM lớn và ngược lại. Vậy tốc độ góc đặc trưng cho sự quét (quay) nhanh chậm của vectơ tia \overrightarrow{OM} của chất điểm.

Ta có
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = r \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

hay
$$v = r\omega \quad (8.7)$$

Công thức (8.7) cho ta mối liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc trong chuyển động tròn đều.



Hình 8.4

Chất điểm đi từ M_0 đến M , vectơ tia OM_0 quay quanh O một góc $\Delta\varphi$ đến OM .

1 radian là góc ở tâm chắn cung có độ dài bằng bán kính. Giữa đơn vị radian và đơn vị độ có công thức liên hệ sau :

$$1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ 18'$$

Giữa độ dài cung Δs và góc $\Delta\varphi$ ở tâm bị chắn có công thức :

$$\Delta s = r\Delta\varphi$$

Chu kì quay quanh trục của các hành tinh trong hệ Mặt Trời

Chuyển động quay quanh trục của các hành tinh trong hệ Mặt Trời là nguyên nhân của hiện tượng ngày đêm. Độ dài một ngày đêm của mỗi hành tinh bằng chu kì quay quanh trục của hành tinh đó.

Hành tinh	Chu kì quay quanh trục
Thủy tinh	58,646 ngày*
Kim tinh	243,01 ngày
Trái Đất	23 h 56 min 04 s
Hoả tinh	24 h 37 min 23 s
Mộc tinh	9 h 53 min
Thổ tinh	10 h 39,9 min
Thiên Vương tinh	7 h 14 min
Hải Vương tinh	16 h 7 min

* 1 ngày (d) = 24 h.

5. Liên hệ giữa tốc độ góc với chu kì T hay với tần số f

Thay công thức (8.7) vào công thức (8.3), ta có :

$$v = r\omega = \frac{2\pi r}{T}$$

Từ đó

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (8.8)$$

và

$$\omega = 2\pi f \quad (8.9)$$

Các công thức (8.8) và (8.9) cho ta mối liên hệ giữa tốc độ góc ω với chu kì T hay với tần số f .

Từ (8.9), ω còn được gọi là *tần số góc*.

CÂU HỎI

1. Hãy cho biết phương và chiều của vectơ vận tốc trong chuyển động tròn.
2. Viết các công thức tính tốc độ dài và tốc độ góc, từ đó suy ra công thức liên hệ giữa chúng.
3. Thế nào là chuyển động tuần hoàn với chu kì T ?
4. Viết các công thức liên hệ giữa tốc độ dài, tốc độ góc với chu kì T và với tần số f .

BÀI TẬP

1. Chọn câu **sai**.

Trong chuyển động tròn đều bán kính r , chu kì T , tần số f

- A. Chất điểm đi được một vòng trên đường tròn hết T giây.
 - B. Cứ mỗi giây, chất điểm đi được f vòng, tức là đi được một quãng đường bằng $2f\pi r$.
 - C. Chất điểm đi được f vòng trong T giây
 - D. Nếu chu kì T tăng lên hai lần thì tần số f giảm đi hai lần
2. Kim giờ của một đồng hồ dài bằng $\frac{3}{4}$ kim phút. Tìm tỉ số giữa tốc độ góc của hai kim và tỉ số giữa tốc độ dài của đầu mút hai kim.
 3. Vệ tinh nhân tạo của Trái Đất ở độ cao 300 km bay với vận tốc 7,9 km/s. Tính tốc độ góc, chu kì, tần số của nó. Coi chuyển động là tròn đều. Bán kính Trái Đất bằng 6400 km.