

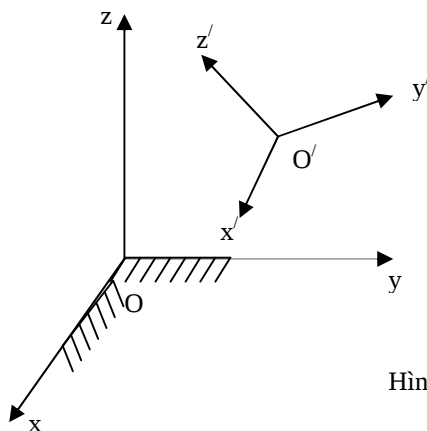
CHƯƠNG VI

CHUYỂN ĐỘNG NGẪU NG HIỆP CẠM VÀ VẬT TRÊN

Bài 15. TỌA NG HIỆP CẠM CHUYỂN ĐỘNG NG CẠM

1. Định nghĩa các chuyển động

Giả sử có điểm M chuyển động đối với hệ trục tọa độ $O'x'y'z'$. Hệ trục tọa độ này lại chuyển động so với hệ trục tọa độ $Oxyz$. Hệ trục $O'x'y'z'$ gọi là hệ quy chiếu động và hệ $Oxyz$ là hệ quy chiếu cố định. (hình 15 – 1)



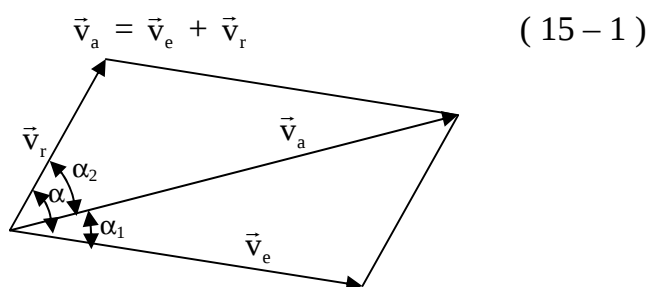
Hình 15 -1

- Chuyển động của điểm M so với hệ quy chiếu động gọi là chuyển động tịnh tiến đối. Ký hiệu vận tốc của chuyển động tịnh tiến đối là $\vec{v}_r$.
- Chuyển động của hệ quy chiếu động so với hệ quy chiếu cố định gọi là chuyển động theo. Ký hiệu vận tốc là $\vec{v}_e$.
- Chuyển động của điểm M so với hệ quy chiếu cố định gọi là chuyển động tuyệt đối. Ký hiệu vận tốc tuyệt đối là $\vec{v}_a$.

Vậy, chuyển động tuyệt đối là tổng hợp của hai chuyển động: chuyển động tịnh tiến đối và chuyển động theo.

2. Định lý hợp vận tốc

Tìm mối liên hệ điểm, vận tốc tuyệt đối của chất điểm bằng tổng hình học của vận tốc theo và vận tốc tịnh tiến đối.



(15 – 1)

$$\text{Vận tốc } v_a = \sqrt{v_e^2 + v_r^2 + 2v_e v_r \cdot \cos \alpha}$$

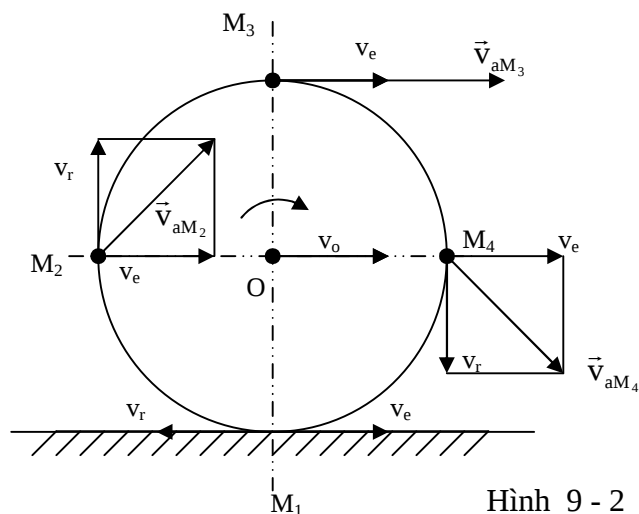
3. Động lý học gia tốc

Từ mối liên hệ giữa gia tốc tiếp tuyến đối với các điểm bằng tổng hình học các gia tốc theo và tiếp tuyến (trên hình học chuyển động theo là chuyển động tịnh tiến).

$$\vec{a}_a = \vec{a}_e + \vec{a}_r \quad (15-2)$$

* **Ví dụ:** Một bánh xe có bán kính $R = 0,5\text{m}$, lăn không trượt trên đường ray thẳng. Vận tốc của trục O là $v_o = 10\text{m/s}$. Hãy xác định vận tốc tiếp tuyến đối với các điểm M_1, M_2, M_3, M_4 tại vị trí như hình vẽ.

Giải



Chọn trục O làm hệ quy chiếu đứng và đường ray làm hệ quy chiếu cố định, ta có:

– Chuyển động của các điểm so với trục O là chuyển động tịnh tiến đều có quỹ đạo là đường tròn tâm O bán kính R và có trục số vận tốc là v_r (hình 9 – 2)

– Chuyển động của trục O đối với đường ray là chuyển động theo và có $\vec{v}_e = \vec{v}_o$

– Chuyển động của điểm so với đường ray là chuyển động tiếp tuyến có vận tốc: $\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r$

Xét vị trí M_1 : $v_{aM_1} = v_e - v_r = 0$

$$\Rightarrow v_r = v_e = 10\text{m/s}$$

– Tại M_2 : $v_{aM_2} = \sqrt{v_e^2 + v_r^2} = \sqrt{v_o^2 + v_o^2} = v_o\sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$

– Tại M_3 : $v_{aM_3} = v_e + v_r = v_o + v_o = 2v_o = 2.10 = 20 \text{ m/s}$

– Tại M_4 : $v_{aM_4} = \sqrt{v_e^2 + v_r^2} = v_{aM_2} = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$

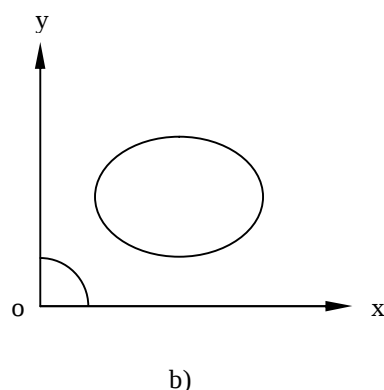
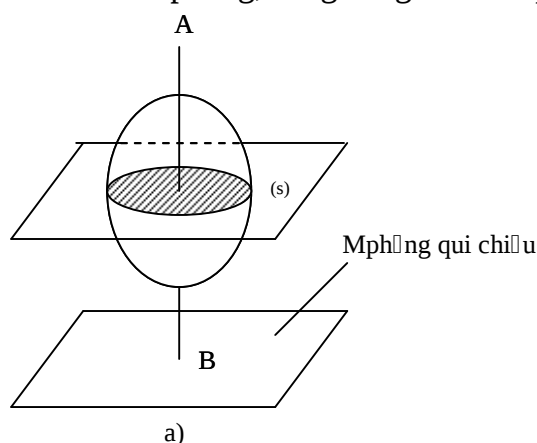
Bài 16. CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG**I. Định nghĩa**

Chuyển động song phẳng của vật rắn là chuyển động trong đó mọi điểm thuộc vật luôn đi động trong những mặt phẳng có hình dạng song với một phẳng quy chiếu.

Ví dụ: Khi xe chạy trên đường, mọi điểm trên bánh xe di chuyển trong những mặt phẳng song với mặt phẳng thẳng đứng chứa trục đường, nên bánh xe chuyển động song phẳng.

II. Khảo sát chuyển động của hình phẳng**1. Phân tích quá trình chuyển động của hình phẳng**

Bài toán khảo sát chuyển động song phẳng của vật rắn trong không gian được đưa về bài toán khảo sát chuyển động của một titik điểm phẳng của nó trong mặt phẳng chứa titik điểm phẳng, song song với mặt phẳng quy chiếu. (hình 16-1 a,b)



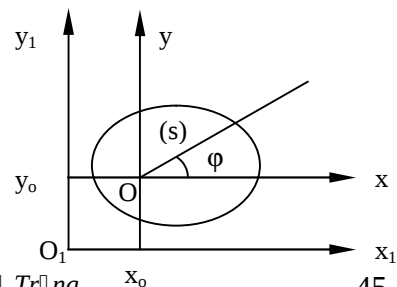
Xét chuyển động của hình phẳng (s) trong mp (P). Chọn hệ quy chiếu có hình trục $O_1x_1y_1$. Lấy điểm O tùy ý thuộc (s) và gắn vào đó hệ trục Oxy có trục Ox và Oy luôn song song với O_1x_1 và O_1y_1 . Chuyển động của hình phẳng (s) được phân tích thành 2 chuyển động:

- Chuyển động tịnh tiến của hình trục Oxy đối với hệ quy chiếu có hình trục $O_1x_1y_1$ (chuyển động theo).
- Chuyển động quay quanh trục O của hình phẳng đối với hình trục Oxy (chuyển động tịnh tiến).

Vậy chuyển động song phẳng của vật rắn có thể phân tích thành hai chuyển động: chuyển động tịnh tiến cùng với trục O và chuyển động quay của vật quanh trục O (hình 16-2).

Do đó, phân tích quá trình chuyển động của vật rắn chuyển động song phẳng là:

$$x_o = x_o(t) ; y_o = y_o(t) ; \varphi = \varphi(t)$$



2. Các yếu tố động học của hình phẳng

- Chuyển động của hệ trục Oxy là chuyển động tịnh tiến cùng với các O nên trạng thái động học được xác định là vận tốc $\vec{v}_O$ và gia tốc $\vec{a}_O$.
- Chuyển động quay của hình phẳng đối với hệ trục oxy được xác định bằng vận tốc góc ω và gia tốc góc ε

* Chú ý: Các đại lượng $\vec{v}_O$, $\vec{a}_O$ phải thu vào vào vị trí chọn của

III. Khảo sát chuyển động của điểm thuộc hình phẳng

1. Phương trình chuyển động

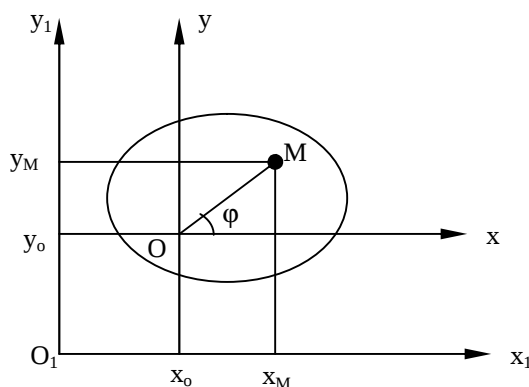
Xét điểm M thuộc hình phẳng S nằm cách các O một khoảng $OM = R$ (hình 16 - 3). Vị trí của M được xác định:

$$x_M = x_O + R \cdot \cos \varphi$$

$$y_M = y_O + R \cdot \sin \varphi$$

vì x_O , y_O , φ luôn thay đổi theo thời gian, nên phương trình chuyển động của M là:

$$\begin{aligned} x_M(t) &= x_O(t) + R \cdot \cos \varphi(t) \\ y_M(t) &= y_O(t) + R \cdot \sin \varphi(t) \end{aligned} \quad (16-2)$$



Hình 16 - 3

2. Vận tốc của điểm

Biểu thức giải tích của vận tốc.

Vận tốc của điểm M được xác định qua hình chiếu của nó trên hệ trục cố định $O_1x_1y_1$

$$\begin{cases} v_{Mx} = \frac{dx_M}{dt} = x'_O - R \cdot \varphi' \cdot \sin \varphi = x'_O - R \cdot \omega \cdot \sin \varphi \\ v_{My} = \frac{dy_M}{dt} = y'_O + R \cdot \varphi' \cdot \cos \varphi = y'_O + R \cdot \omega \cdot \cos \varphi \end{cases} \quad (16-3)$$

Quan hệ vận tốc giữa hai điểm thuộc hình phẳng: Như đã phân tích, chuyển động song phẳng của vật thể chắt là tổng hợp của hai chuyển động:

- Chuyển động tịnh tiến cùng với các O (chuyển động theo), nên :

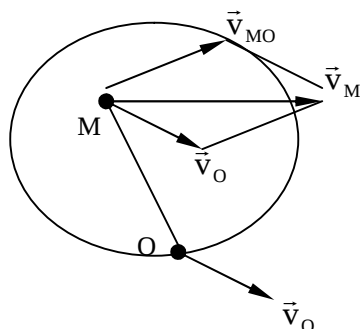
$$\vec{v}_e = \vec{v}_o$$

– Chuyển động quanh trục O (chuyển động tịnh tiến). Nên vận tốc của M:

$$\vec{v}_r = \vec{v}_{Mo}$$

Mà $\vec{v}_{Mo} \perp OM$ và $v_{Mo} = OM \cdot \omega$ (ω là vận tốc góc của vật)

Theo định lý hợp vận tốc, ta có: $\vec{v}_M = \vec{v}_O + \vec{v}_{Mo}$



Định lý: Vận tốc của điểm thuộc hình phẳng bằng tổng hình học vận tốc của trục và vận tốc của điểm khi hình phẳng quay quanh trục.

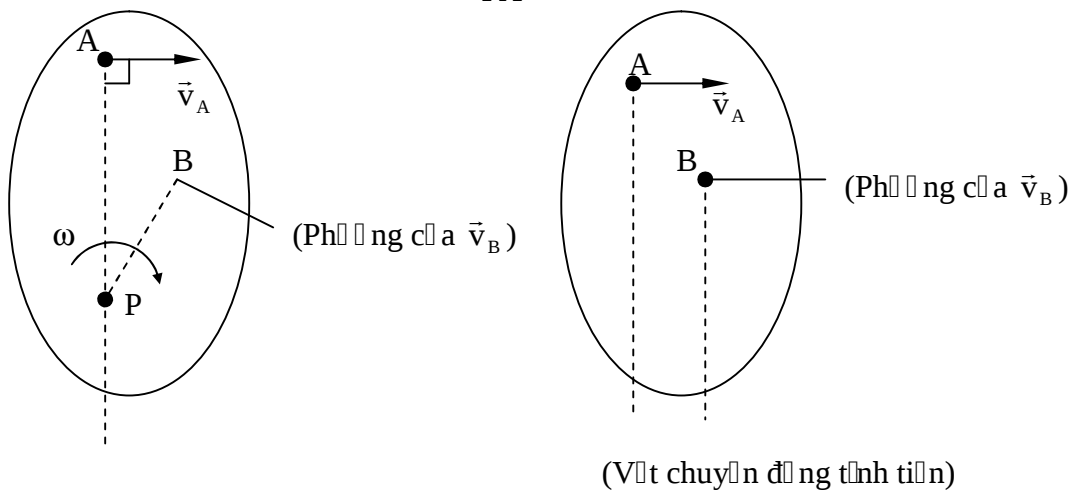
Tâm vận tốc tức thời:

Tại thời điểm khảo sát, trên trục đi qua điểm P thuộc hình phẳng có vận tốc bằng không thì điểm đó gọi là tâm vận tốc tức thời.

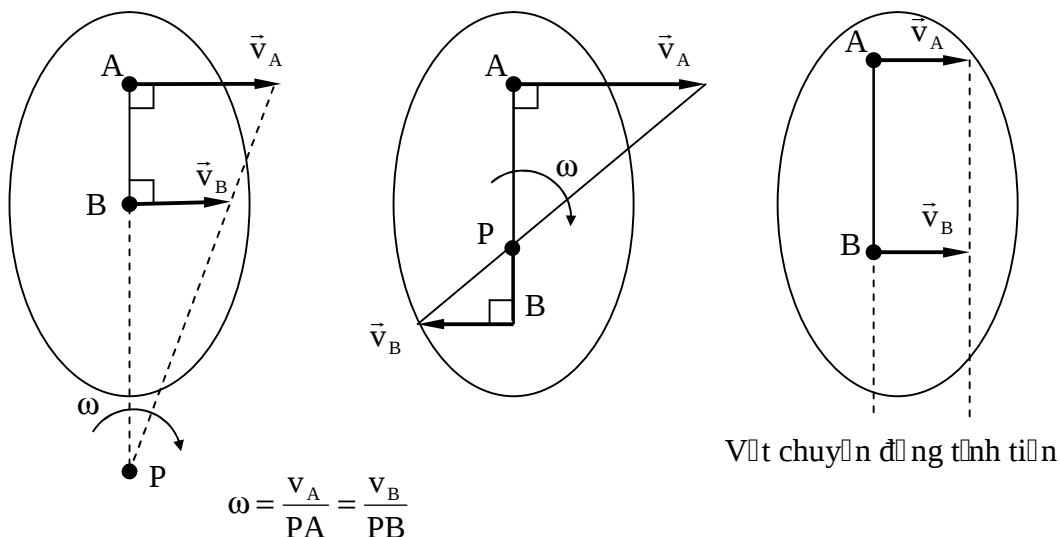
* Muốn xác định trục xác định tâm vận tốc tức thời:

– Biết vận tốc điểm A và phương vận tốc điểm B:

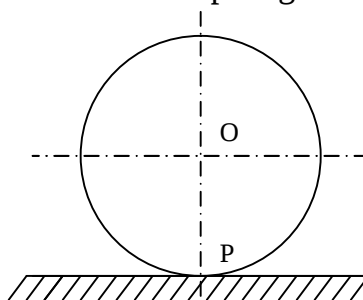
$$\omega = \frac{v_A}{PA}$$



- Biết vận tốc 2 điểm A và B có phương // nhau và $\perp AB$:



- Vật lăn không trượt trên mặt phẳng cố định: tiếp điểm là tâm vận tốc tức thời



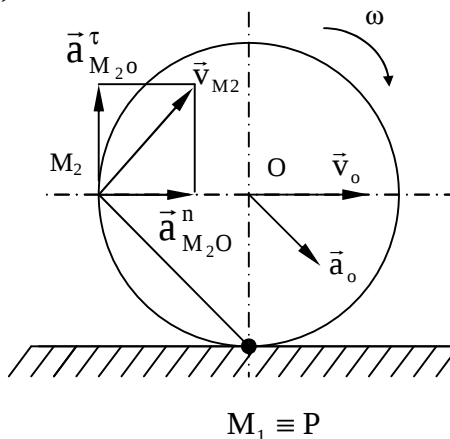
3. Gia tốc của điểm

Biểu thức giải tích:

$$\vec{a}_M \begin{cases} a_{Mx} = \frac{d^2 x_M}{dt^2} = x_o'' - R\epsilon \sin \varphi - R\omega^2 \cos \varphi \\ a_{My} = \frac{d^2 y_M}{dt^2} = y_o'' + R\epsilon \cos \varphi - R\omega^2 \sin \varphi \end{cases} \quad (16-6)$$

* Ví dụ: Một bánh xe bán kính $R = 0,5m$ lăn không trượt trên mặt phẳng ngang cố định. Tính vận tốc và gia tốc của điểm M_2 . Biết tại thời điểm khảo sát, tâm bánh xe có vận tốc $v_o = 1m/s$, $a_o = 1,5m/s^2$

Giải



Vì bánh xe lăn không trượt nên M_1 là tâm vận tốc tức thời: $v_{M_1} = 0$

$$\text{Ta có: } v_o = M_1 O \cdot \omega \Rightarrow \omega = \frac{v_o}{M_1 O} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ rad/s}$$

$$\text{Tính } v_{M_2}: v_{M_2} = M_1 M_2 \cdot \omega = R \cdot \sqrt{2} \cdot \omega = 0,5 \cdot \sqrt{2} \cdot 2$$

$$v_{M_2} = \sqrt{2} \text{ m/s}$$

Gia tốc của điểm M_2 :

$$\text{Ta có: } \vec{a}_{M_2} = \vec{a}_o + \vec{a}_{M_2}^{\tau} + \vec{a}_{M_2}^n$$

Trong đó:

$$\vec{a}_{M_2}^{\tau} = M_2 O \cdot \varepsilon = R \cdot \varepsilon = a_o = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_{M_2}^n = R \cdot \omega^2 = 0,5 \cdot 2^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Vậy: } a_{M_2} = \sqrt{(a_o + a_{M_2}^n)^2 + (a_{M_2}^{\tau})^2}$$

$$a_{M_2} = \sqrt{(1,5 + 2)^2 + (1,5)^2} \approx 1,8 \text{ m/s}^2$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thế nào là chuyển động thẳng đều, chuyển động tăng tốc đều và chuyển động giảm tốc đều? Phân tích các chuyển động trên qua một ví dụ cụ thể.
2. Giải thích hiện tượng: Khi lặn dưới nước, nhúng một vật vào nước thì vật sẽ chìm dần xuống đáy. Đó là hiện tượng gì? Giải thích và đưa ra ví dụ.
3. Thế nào là chuyển động song phẳng của vật rắn? Cho ví dụ.
4. Hãy lấy ví dụ chứng tỏ rằng luôn luôn có thể phân tích chuyển động song phẳng thành chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.
5. Tâm vận tốc tức thời là gì? Trình bày cách xác định tâm vận tốc tức thời.