

Môn học: CƠ LÝ THUYẾT

Phần 2. ĐỘNG HỌC

Chương 7. CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG CỦA VẬT RẮN

1. KHÁI NIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mục tiêu:

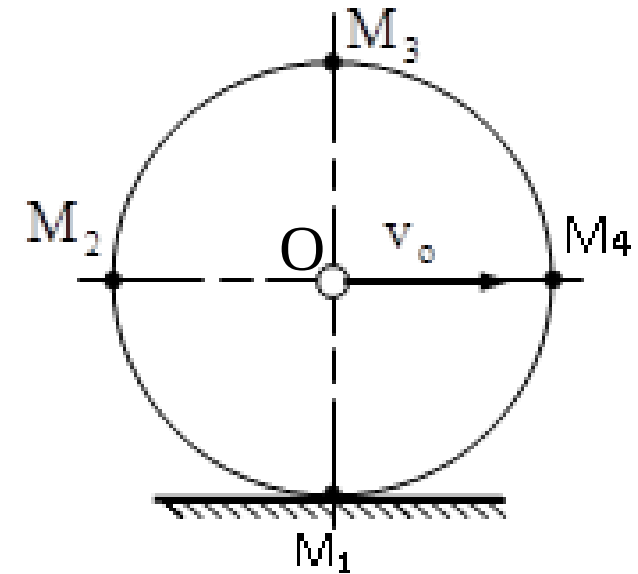
- *Trình bày được khái niệm và phương pháp nghiên cứu vật chuyển động song phẳng.*
- *Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.*

1. KHÁI NIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Định nghĩa:

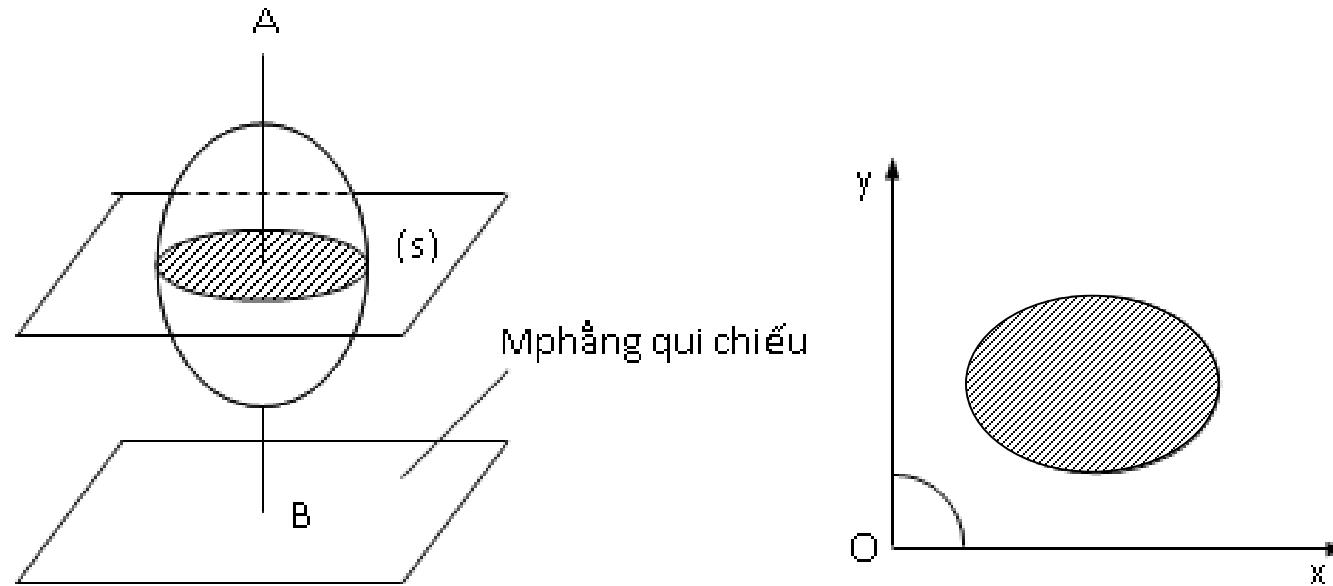
Chuyển động song phẳng của vật rắn là chuyển động trong đó mỗi điểm thuộc vật luôn di động trong những mặt phẳng cố định song song với mặt phẳng quy chiếu.

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



1. KHÁI NIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.2. Phương pháp nghiên cứu:



Bài toán khảo sát chuyển động song phẳng của vật rắn trong không gian được đưa về bài toán khảo sát chuyển động một tiết diện phẳng nằm trong mặt phẳng chứa tiết diện song song với mặt phẳng quy chiếu.

2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp khảo sát chuyển động song phẳng bằng phương pháp tịnh tiến và quay.
- Giải được bài toán về chuyển động song phẳng bằng pp tịnh tiến và quay.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

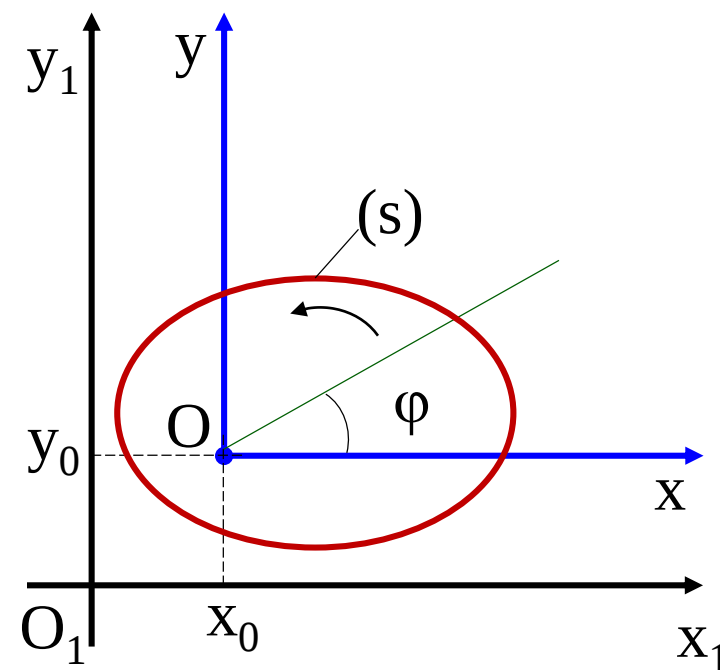
2.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

2.1. Khảo sát chuyển động của hình phẳng:

2.1.1. Phương trình chuyển động:

Xét chuyển động của hình phẳng (s):

- Chuyển động của hình phẳng (s) được phân tích thành 2 chuyển động:
 - Chuyển động tịnh tiến của hệ động Oxy đối với hệ qui chiếu cố định $O_1x_1y_1$ (chuyển động theo).
 - Chuyển động quay quanh cực O của hình phẳng đối với hệ động Oxy (chuyển động tương đối).



2.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

2.1. Khảo sát chuyển động của hình phẳng:

2.1.1. Phương trình chuyển động:

➤ *Phương trình chuyển động của hình phẳng (s):*

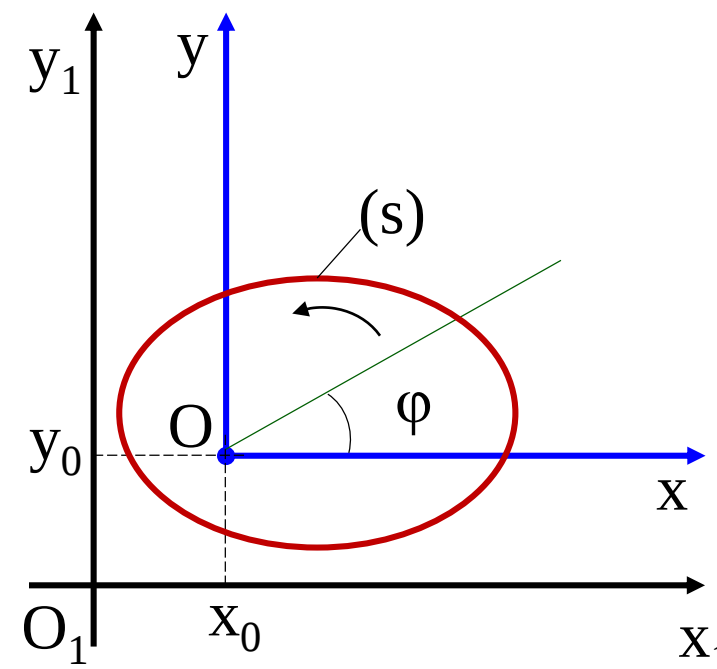
- Chuyển động tịnh tiến:

$$x = x_0(t)$$

$$y = y_0(t)$$

- Chuyển động quay quanh cực O:

$$\varphi = \varphi(t)$$



2.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

2.1. Khảo sát chuyển động của hình phẳng:

2.1.2. Các yếu tố động học:

- Chuyển động tịnh tiến: $x = x_0(t); y = y_0(t)$

→ Thông số động học:

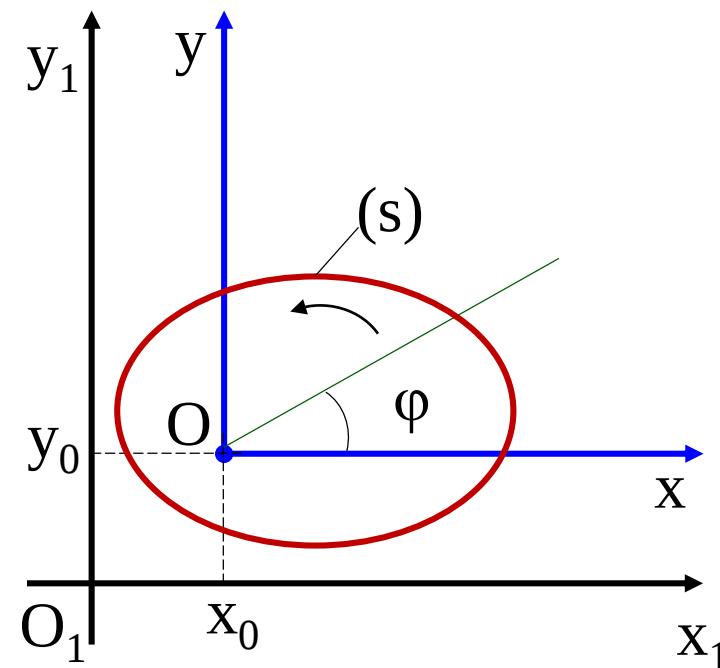
Vận tốc điểm O là $\vec{v}_0$ và gia tốc là $\vec{a}_0$

- Chuyển động quay quanh cực O: $\varphi = \varphi(t)$

→ Thông số động học:

Vận tốc góc ω và gia tốc góc ε

➤ **Chú ý:** Các đại lượng $\vec{v}_0$ và $\vec{a}_0$ phụ thuộc vào việc chọn cực quay O



2.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

2.2. Khảo sát chuyển động của điểm thuộc hình phẳng:

2.2.1. Phương trình chuyển động:

➤ Xét điểm M thuộc hình phẳng (s) có $OM = R$:

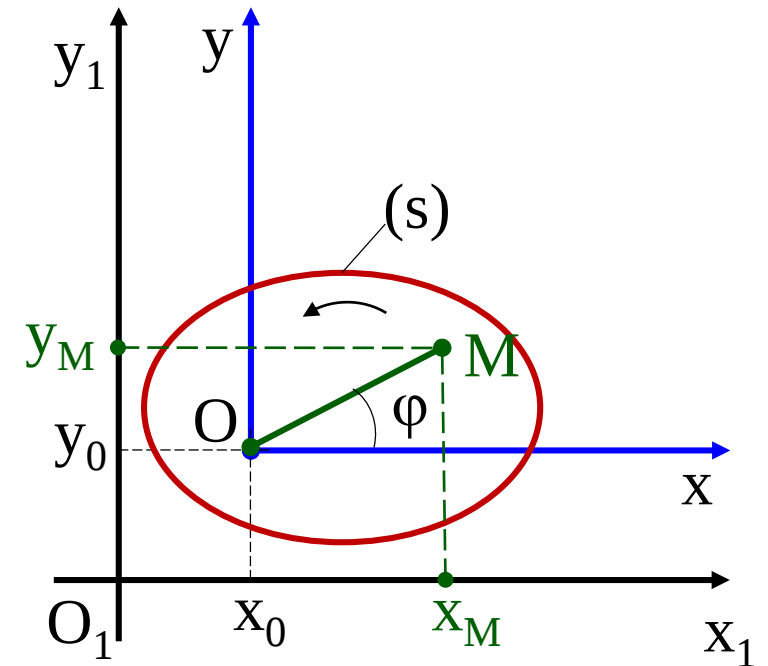
- Vị trí của M : $x_M = x_0 + R \cdot \cos\varphi$

$$y_M = y_0 + R \cdot \sin\varphi$$

- Vì x_M, y_M, φ luôn thay đổi theo thời gian
nên Phương trình chuyển động của điểm M là:

$$x_M = x_0(t) + R \cdot \cos\varphi(t)$$

$$y_M = y_0(t) + R \cdot \sin\varphi(t)$$



2.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

2.2. Khảo sát chuyển động của điểm thuộc hình phẳng:

2.2.2. Vận tốc của điểm:

$$v_{Mx} = (x_0 + R \cdot \cos\varphi)' = x_0' - R \cdot \varphi' \cdot \sin\varphi = x_0' - R \cdot \omega \cdot \sin\varphi$$

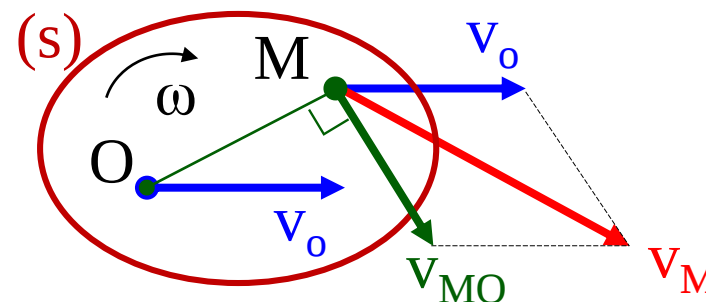
$$v_{My} = (y_0 + R \cdot \sin\varphi)' = y_0' + R \cdot \varphi' \cdot \cos\varphi = y_0' + R \cdot \omega \cdot \cos\varphi$$

➤ *Quan hệ vận tốc giữa hai điểm thuộc hình phẳng:*

- Điểm O: Cực (tâm quay) → chuyển động tịnh tiến với vận tốc $\mathbf{v}_0$.
- Điểm M cùng với (s) quay quanh O

$$v_{MO} = OM \cdot \omega = R \cdot \omega \text{ (m/s)}$$

➤ $\vec{v}_M = \vec{v}_O + \vec{v}_{MO}$



2.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TIẾN VÀ QUAY

2.2. Khảo sát chuyển động của điểm thuộc hình phẳng:

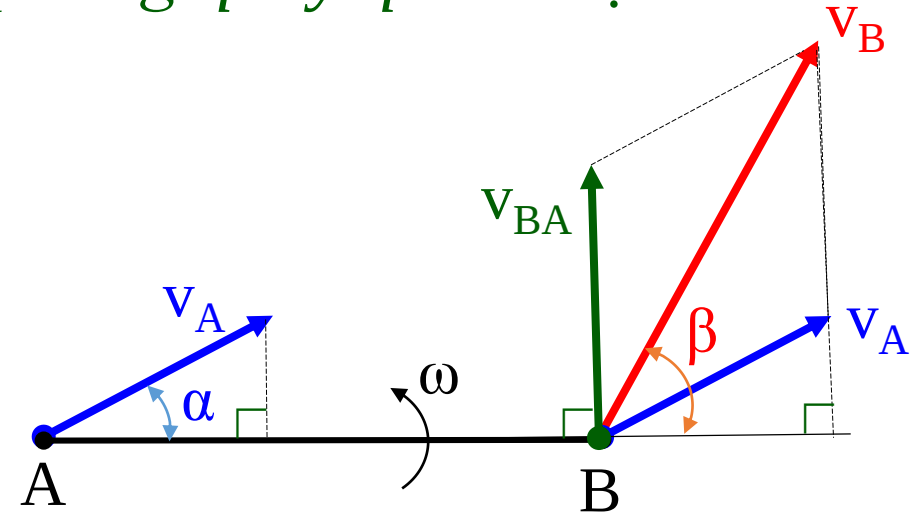
➤ **Định lý:** Vận tốc của điểm thuộc hình phẳng bằng tổng hình học vận tốc của cực với vận tốc của điểm khi hình phẳng quay quanh cực.

- Áp dụng cho 2 điểm A, B bất kỳ:

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA} (*)$$

Chiếu đẳng thức (*) lên phương AB:

$$\Rightarrow V_A \cdot \cos \alpha = V_B \cdot \cos \beta$$



➤ Hình chiếu vận tốc 2 điểm bất kỳ thuộc hình phẳng lên phương nối với hai điểm thì bằng nhau.

3.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI

Mục tiêu:

- Trình bày được phương pháp khảo sát chuyển động song phẳng bằng phương pháp tâm vận tốc tức thời.
- Giải được bài toán về chuyển động song phẳng bằng pp tâm vận tốc tức thời.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

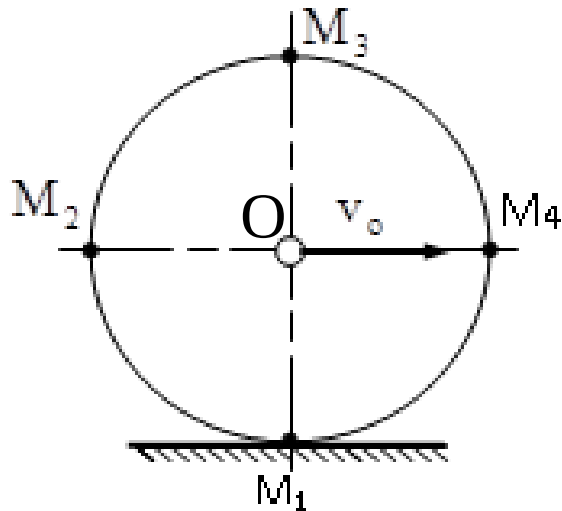
3.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI

3.1. Định Nghĩa tâm vận tốc tức : tức

Tại thời điểm khảo sát, tồn tại điểm P thuộc hình phẳng có vận tốc bằng không thì điểm đó gọi là tâm vận tốc tức thời.

Tại mỗi thời điểm, nếu $\omega \neq 0$, có một điểm duy nhất thuộc hình phẳng (s) có vận tốc bằng không $\rightarrow$ tồn tại duy nhất một tâm vận tốc tức thời.

Ví dụ:

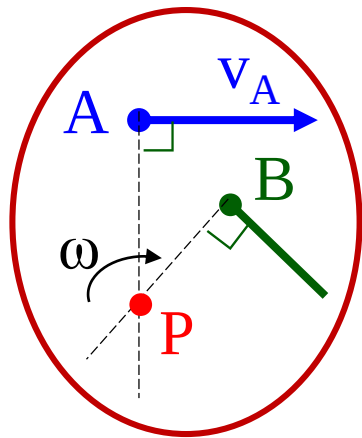


Vì tại thời điểm đang xét có vận tốc của điểm M_1 bằng không $\rightarrow M_1 \equiv P$ là tâm vận tốc tức thời.

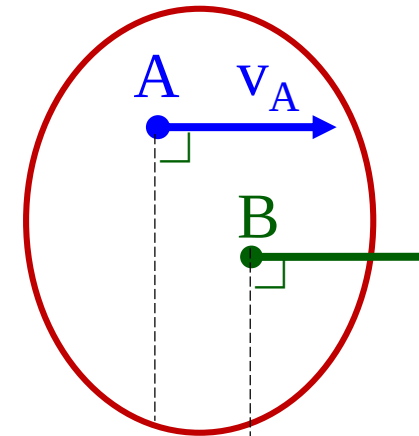
3.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI

3.2. Một số quy tắc xác định tâm vận tốc tức thời :

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



$$\begin{aligned}v_A &= PA \cdot \omega \\v_B &= PB \cdot \omega \\ \Rightarrow v_B &= \frac{v_A \cdot PB}{PA}\end{aligned}$$

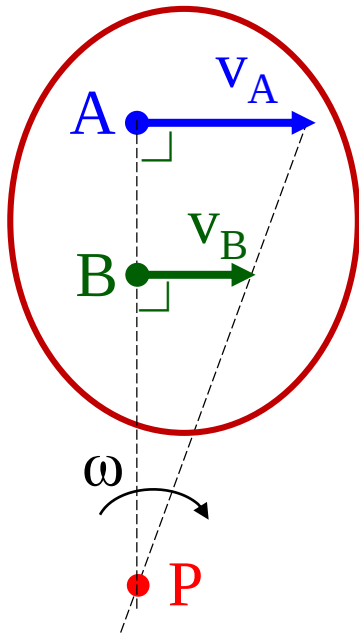


Vật chuyển
động tịnh tiến

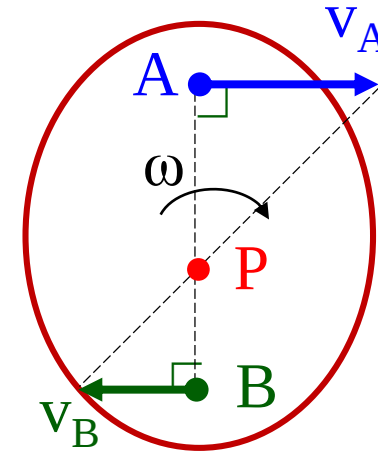
3.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI

3.2. Một số quy tắc xác định tâm vận tốc tức thời :

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



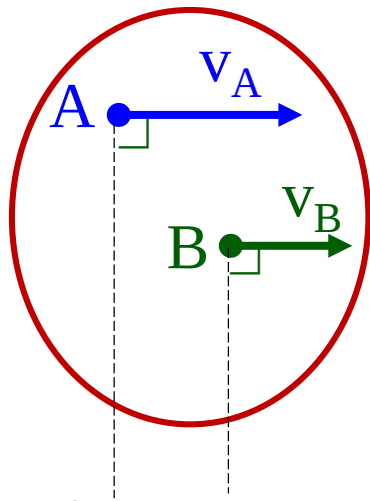
$$\begin{aligned}v_A &= PA \cdot \omega \\v_B &= PB \cdot \omega \\ \Rightarrow \omega &= \frac{v_A}{PA} = \frac{v_B}{PB}\end{aligned}$$



3.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI

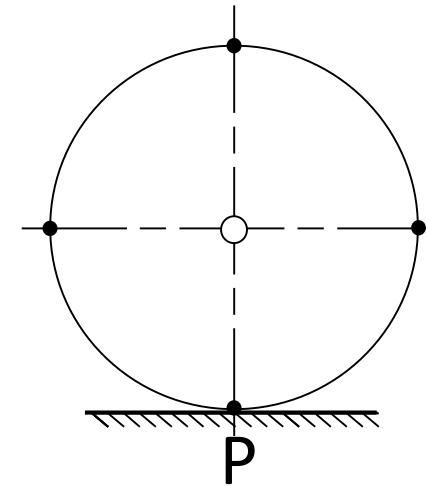
3.2. Một số quy tắc xác định tâm vận tốc tức thời :

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



Vật chuyển động tịnh tiến

- Vật lăn không trượt trên mặt phẳng cố định:



Tiếp điểm là tâm vận tốc tức thời.

3.KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI

Ví dụ: Một bánh xe có bán kính $R = 0,5\text{m}$ lăn không trượt trên đường ray thẳng. Vận tốc của trục là $v_o = 10 \text{ m/s}$. Xác định vận tốc tuyệt đối của các điểm M_1, M_2, M_3, M_4 (hình vẽ)

Giải:

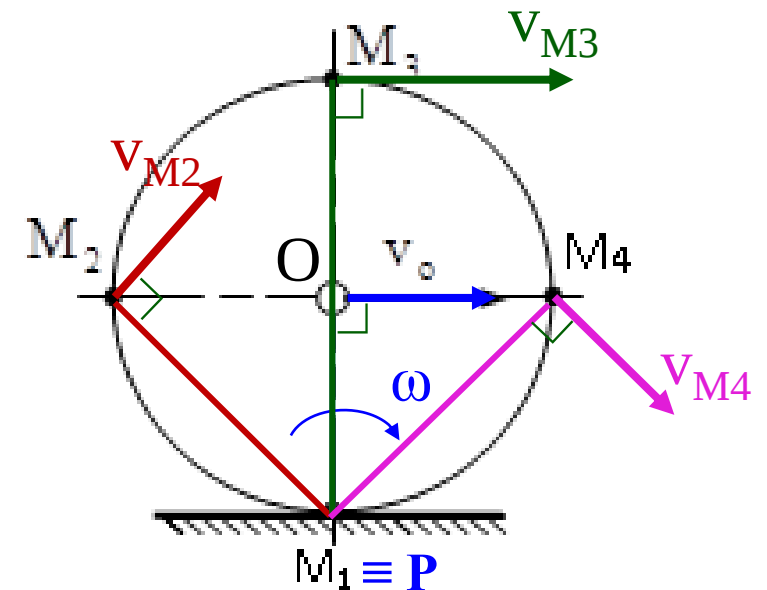
Chọn $M_1 \equiv P$ là tâm vận tốc tức thời $\Rightarrow v_{M1} = 0$

$$v_o = PO.\omega \Rightarrow \omega = \frac{v_o}{PO} = \frac{10}{0,5} = 20 \text{ (rad/s)}$$

$$v_{M2} = PM_2.\omega = R\sqrt{2}. 20 = 10\sqrt{2} \text{ (m/s)}$$

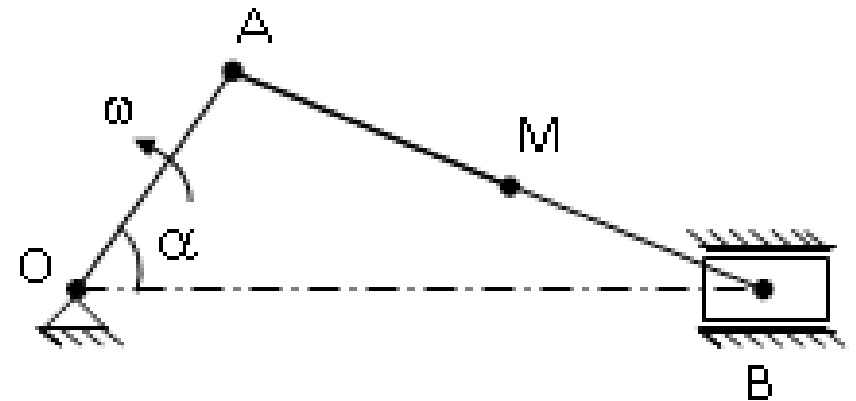
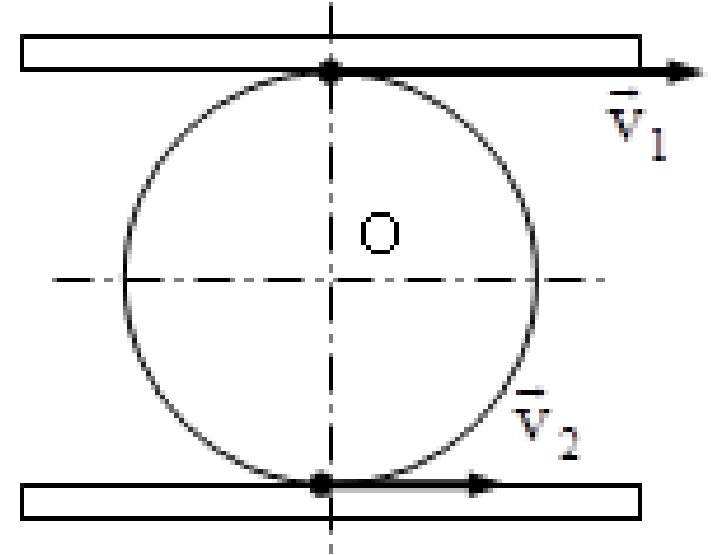
$$v_{M3} = PM_3.\omega = 2R. 20 = 20 \text{ (m/s)}$$

$$v_{M4} = PM_4.\omega = R\sqrt{2}. 20 = 10\sqrt{2} \text{ (m/s)}$$



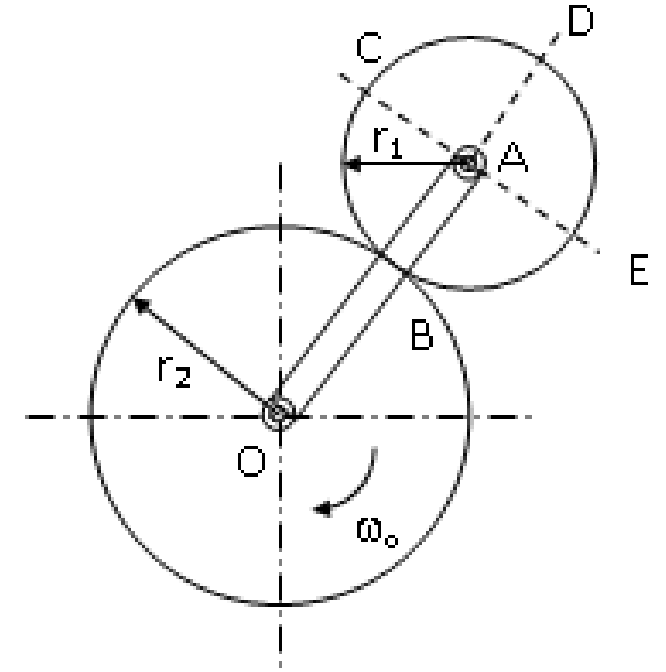
BÀI TẬP CHƯƠNG 7

1. Hai thước song song cùng chuyển động về một phía với các vận tốc không đổi $v_1 = 6 \text{ m/s}$ và $v_2 = 2 \text{ m/s}$. Giữa các thước, người ta đặt đĩa tròn bán kính $r = 0,5 \text{ m}$, đĩa lăn không trượt theo các thước. Tìm vận tốc góc và vận tốc của tâm đĩa.
2. Cơ cấu tay quay con trượt có tay quay OA quanh trục O với vận tốc $n = 180 \text{ vòng/phút}$. Xác định vận tốc góc thanh truyền AB, vận tốc điểm giữa M tại thời điểm $\alpha = 0^\circ$ và $\alpha = 90^\circ$. biết $OA = 0,4 \text{ m}$, $AB = 2\text{m}$.



BÀI TẬP CHƯƠNG 7

3. Tay quay OA quay đều với vận tốc góc $\omega_o = 2,5 \text{ rad/s}$ quanh trục O của bánh khía cố định. Tay quay OA truyền chuyển động cho bánh khía động lắp ở đầu A. Cho $r_1 = 5 \text{ cm}$, $r_2 = 15 \text{ cm}$. Xác định trị số và hướng vận tốc các điểm A, B, C, D, E của bánh động nếu $CE \perp BD$



4. Cho cơ cấu bốn khâu bản lề có tay quay O_1A quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 6 \text{ rad/s}$. Xác định vận tốc góc của thanh truyền AB ở thời điểm mà các thanh O_1A và O_2B làm với O_1O_2 những góc bằng nhau $\alpha = 60^\circ$. Biết chiều dài $O_1A = 10 \text{ cm}$, $O_1O_2 = 50 \text{ cm}$, $O_2B = 30 \text{ cm}$.

