

TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP.HCM
KHOA CƠ KHÍ

Môn học: CƠ LÝ THUYẾT

Phần 2. ĐỘNG HỌC

Chương 5. CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA VẬT RẮN

1. CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN

Mục tiêu:

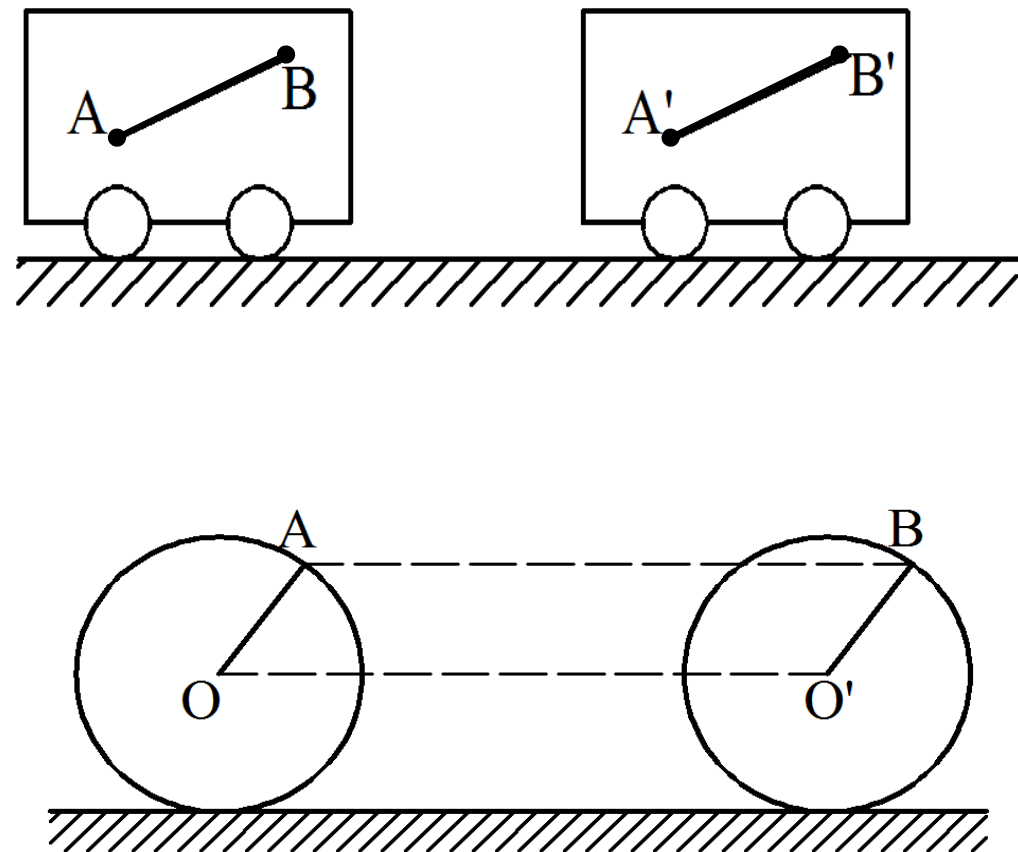
- *Trình bày được khái niệm, tính chất, phương pháp khảo sát vật chuyển động tịnh tiến.*
- *Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.*

1. CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN

1.1. Định nghĩa:

Chuyển động tịnh tiến của vật rắn là chuyển động trong đó lấy bất kỳ đoạn thẳng nào trên vật cũng luôn song song với vị trí ban đầu của nó.

VD: xe ô tô, người, tàu hỏa di chuyển trên đường; bàn dao trong máy tiện, thanh truyền trong đầu tàu xe lửa;.....

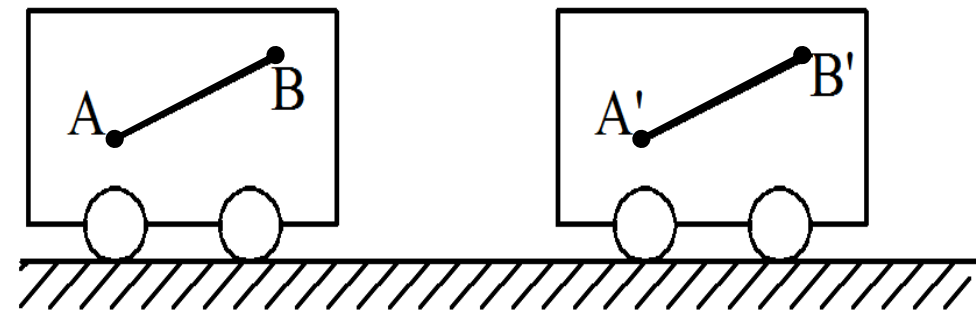


1. CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN

1.2. Tính chất:

Định lý: Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến, các điểm thuộc vật vẽ nên những quỹ đạo đồng nhất (có thể đặt trùng khít lên nhau).

Tại mỗi thời điểm, các điểm thuộc vật có vận tốc và gia tốc bằng nhau.



$$v_{\text{tàu}} = 10 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow V_A \text{ và } V_B = ?$$

$$\Rightarrow V_A = V_B = V_{\text{tàu}} = 10 \text{ m/s}$$

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

Mục tiêu:

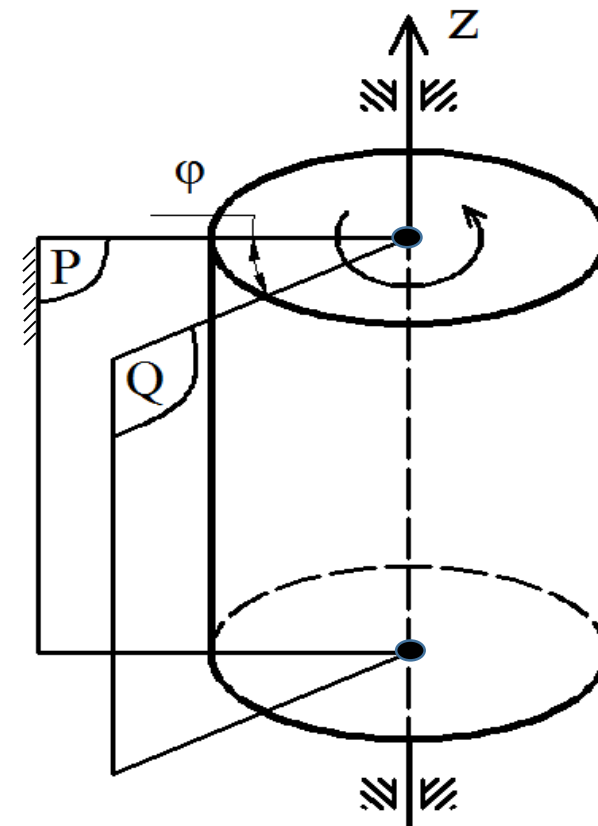
- Trình bày được khái niệm chuyển động.
- Xác định vận tốc góc, gia tốc góc của vật rắn quay quanh trục cố định.
- Xác định được vận tốc dài, gia tốc pháp tuyến và gia tốc tiếp tuyến của điểm thuộc vật rắn quay quanh trục cố định
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.1. Định nghĩa:

Vật rắn quay quanh một trục cố định khi trong quá trình chuyển động có 2 điểm thuộc vật cố định. Đường thẳng đi qua 2 điểm cố định được gọi là trục quay của vật.

Ví dụ: Trục máy tiện, cánh cửa quay quanh trục bản lề, ...



2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.2. Các thông số của chuyển động:

2.2.1. Phương trình chuyển động:

Gọi φ là góc quay của vật (rad)

$\varphi = \varphi(t) \rightarrow$ phương trình chuyển động.

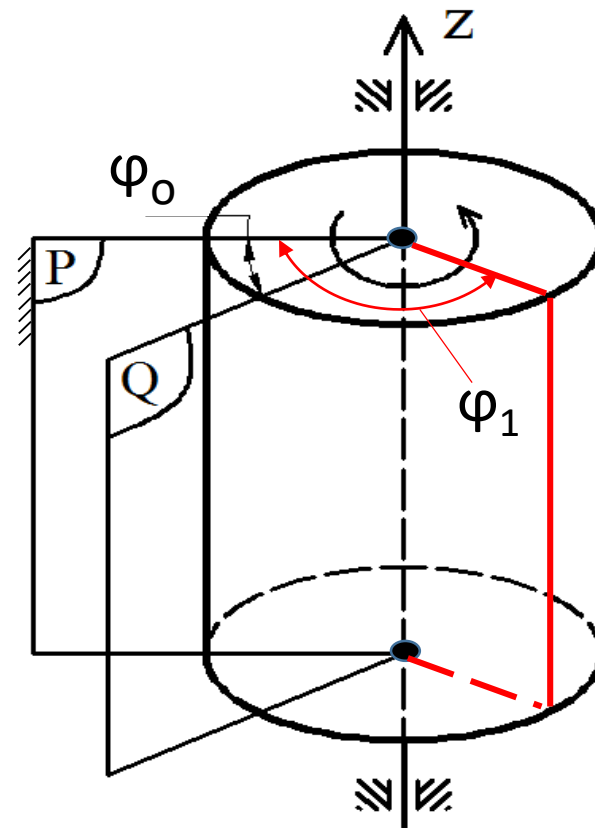
Gọi N là số vòng quay của vật (vòng)

$$\varphi = 2\pi.N$$

2.2.2. Vận tốc góc:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'(t) \text{ (rad/s)}$$

Gọi n là tốc độ quay của vật (vòng/phút) $\rightarrow \omega = \frac{\pi.n}{30} \text{ (rad/s)}$



2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.2. Các thông số của chuyển động:

2.2.3. Gia tốc góc:

$$\varepsilon = \frac{d\bar{\omega}}{dt} = \bar{\omega}'(t) = \varphi''(t) \quad (\text{rad/s}^2)$$

Dấu hiệu nhận biết chuyển động nhanh dần, chậm dần:

$\bar{\omega} \cdot \bar{\varepsilon} > 0$: vật chuyển động quay nhanh dần

$\bar{\omega} \cdot \bar{\varepsilon} < 0$: vật chuyển động quay chậm dần

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

Ví dụ :

Cho vật rắn chuyển động theo phương trình: $\varphi = 3t^3 - 2t + 1$ (rad, s)

Giải:

a. Tính vận tốc góc tại $t = 2s$:

$$\omega = \varphi'(t) = (3t^3 - 2t + 1)'$$

$$\omega = 9t^2 - 2 = 9.2^2 - 2 = 34 \text{ (rad/s)}$$

b. Tính gia tốc góc tại $t = 2s$:

$$\varepsilon = \omega'(t) = \varphi''(t) = (9t^2 - 2)'$$

$$\varepsilon = 18t = 18.2 = 36 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

c. Tại $t = 2s$, vật quay nhanh hay chậm dần?

Vì tại $t = 2s$: $\varepsilon.\omega > 0 \rightarrow$ vật quay nhanh dần.

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Một số chuyển động quay thường gặp:

2.3.1. Chuyển động quay đều:

$$\omega = \text{const}$$

$$\varepsilon = \omega'(t) = 0$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega.t$$

2.3.2. Chuyển động quay biến đổi đều:

$$\varepsilon = \text{const}$$

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon.t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0.t + \frac{1}{2} \cdot \varepsilon.t^2$$

- Nếu chọn chiều dương trùng với chiều quay ban đầu của vật thì:
- $\varepsilon > 0$: Vật quay nhanh dần đều
 - $\varepsilon < 0$: Vật quay chậm dần đều

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Chuyển động quay thường gặp:

Ví dụ:

Một động cơ đang quay với vận tốc **1200 vòng/phút** thì được hãm lại. Sau khi hãm, động cơ quay chậm dần đều và quay được **80 vòng** thì dừng lại. Xác định **gia tốc góc** của trục và **thời gian** từ lúc hãm đến khi trục **dừng**.

Giải:

$$n_o = 1200 \text{ v/ph} \rightarrow \omega_o = \frac{\pi \cdot n_o}{30} = 40\pi \text{ rad/s}$$

$$N = 80 \text{ vòng} \rightarrow \varphi = 2\pi \cdot N = 160\pi \text{ rad}$$

$$n = 0 \rightarrow \omega = 0 \text{ (dừng lại)}$$

$$\omega = \omega_o + \varepsilon \cdot t \Leftrightarrow 0 = 40\pi + \varepsilon \cdot t$$

$$\rightarrow \varepsilon \cdot t = -40\pi \quad (*)$$

$$\varphi = \varphi_o + \omega_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \varepsilon \cdot t^2 = 0 + \omega_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (\varepsilon \cdot t) \cdot t$$

$$\Leftrightarrow 160\pi = 40\pi \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (-40\pi) \cdot t = 20t \rightarrow t = 8\text{s}$$

$$(*) \Leftrightarrow \varepsilon \cdot 8 = -40\pi \rightarrow \varepsilon = -5\pi(\text{rad/s}^2)$$

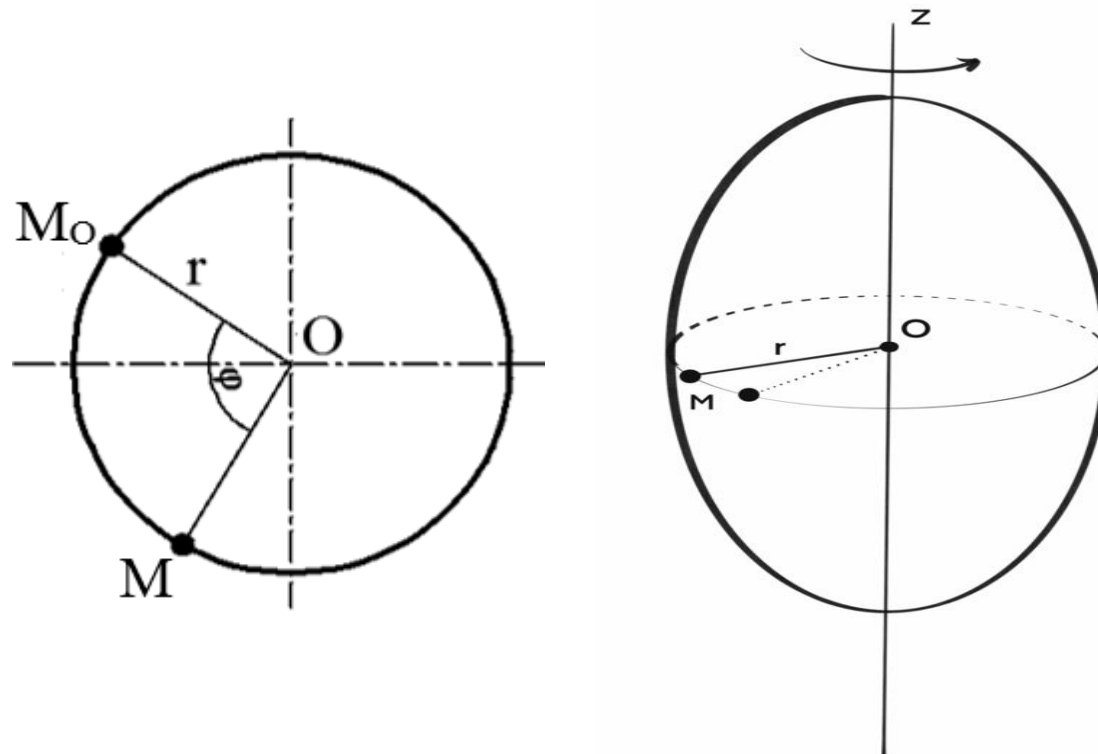
2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định:

2.3.1. Phương trình chuyển động:

- Quỹ đạo của điểm là đường tròn có tâm nằm trên trục quay và có bán kính là R .
- Phương trình chuyển động:

$$s(t) = \widehat{M_o M} = r \cdot \varphi(t)$$



2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

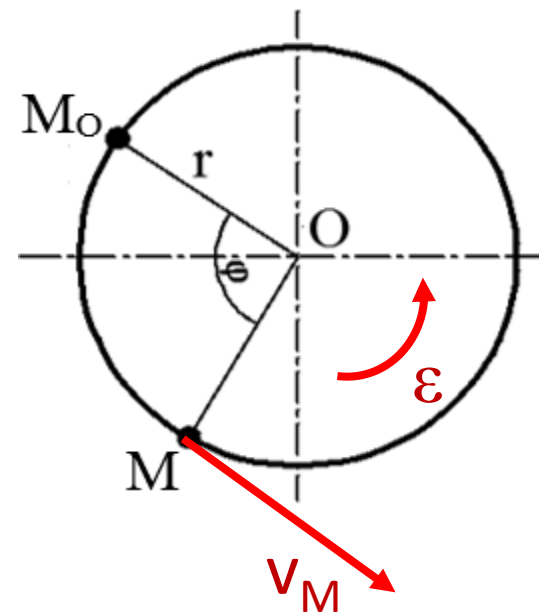
2.3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định:

2.3.2. Vận tốc của điểm:

- Phương : tiếp tuyến quỹ đạo tại điểm khảo sát
 - Chiều: cùng chiều với chiều quay của vật
- $\Rightarrow$ Vận tốc và vận tốc góc cùng dấu.

$$v = s'(t) = r \cdot \varphi'(t)$$

Trị số: $v = r \cdot \omega$ (m/s)



2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định:

2.3.3. Gia tốc:

Gia tốc tiếp tuyến:

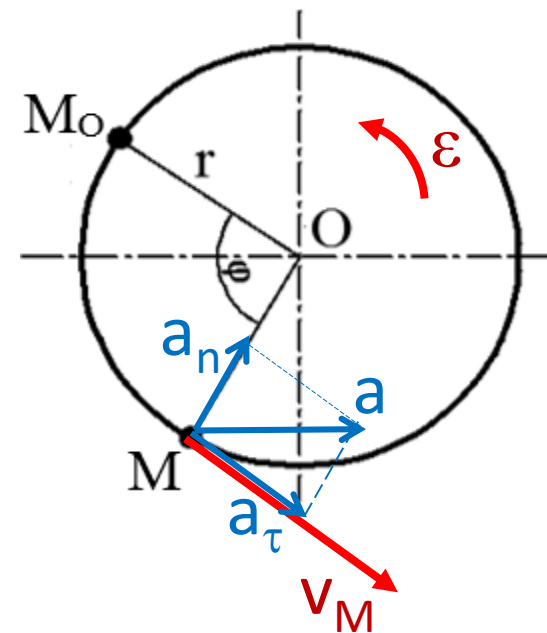
$$a_{\tau} = v'(t) = r \cdot \omega'(t) = r \cdot \varepsilon \quad (\text{m/s}^2)$$

Gia tốc pháp tuyến:

$$a_n = \frac{v^2}{r} = r \cdot \omega^2 \quad (\text{m/s}^2)$$

Gia tốc toàn phần:

$$a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2} \quad (\text{m/s}^2)$$



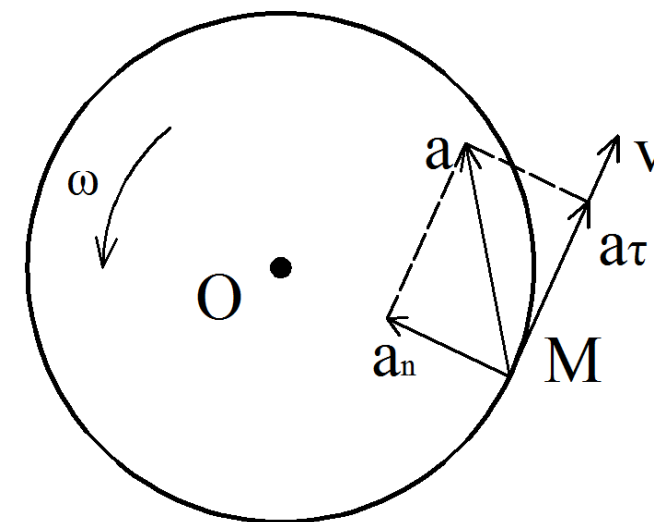
2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định:

Ví dụ:

Bánh xe từ trạng thái đứng yên rồi quay nhanh dần đều, sau 10 giây nó đạt vận tốc 300 vòng/phút. Biết bánh xe có bán kính $r = 0,03 \text{ m}$.

- Xác định gia tốc góc của bánh xe trong giai đoạn này.
- Tính vận tốc góc của bánh xe tại $t = 8 \text{ giây}$.
- Tính vận tốc và gia tốc của điểm M nằm trên vành bánh xe tại $t = 8 \text{ s}$.



2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định:

Tóm tắt:

$$\omega_0 = 0$$

(đứng yên)

$$t = 10 \text{ s}$$

$$n = 300 \text{ v/ph}$$

$$R = 0,03 \text{ m}$$

Giải:

a. Xác định gia tốc góc của bánh xe:

$$n = 300 \text{ v/ph} \rightarrow \omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 300}{30} = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t \Leftrightarrow 10\pi = 0 + \varepsilon \cdot 10$$

$$\rightarrow \varepsilon = \pi \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

b. Tính vận tốc góc của bánh xe tại $t = 8$ giây.

$$\omega_{8s} = \omega_0 + \varepsilon \cdot t_{8s} = 0 + \pi \cdot 8 = 8\pi \text{ (rad/s)}$$

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

2.3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định:

Tóm tắt:

$$\omega_0 = 0$$

(đứng yên)

$$t = 10 \text{ s}$$

$$n = 300 \text{ v/ph}$$

$$r = 0,03 \text{ m}$$

Giải:

c. Tính vận tốc và gia tốc của điểm M nằm trên vành bánh xe tại $t = 8 \text{ s}$.

$$v = r \cdot \omega = 0,03 \cdot 8\pi = 0,754 \text{ (m/s)}$$

$$\text{Gia tốc tiếp tuyến: } a_\tau = r \cdot \varepsilon = 0,03 \cdot \pi = 0,094 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{Gia tốc pháp tuyến: } a_n = r \cdot \omega^2 = 0,03 \cdot (8\pi)^2 = 18,95 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Gia tốc toàn phần:

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = \sqrt{0,094^2 + 18,95^2} = 18,95 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT

Chuyển động tịnh tiến

Vận tốc: $v_A = v_B$

Gia tốc: $a_A = a_B$

PP khảo sát như chuyển động của điểm

Chuyển động quay quanh trục cố định

Góc quay: φ (rad) $\rightarrow \varphi = 2\pi \cdot N$ (N : số vòng quay (vòng))

Vận tốc góc: ω (rad/s) $\rightarrow \omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ (n : tốc độ quay (v/ph))

Gia tốc góc: ε (rad/s²)

Các chuyển động quay thường gặp:

Đều: $\omega = \text{const} \rightarrow \varepsilon = 0 \rightarrow \varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$

Biến đổi đều: $\varepsilon = \text{const} \rightarrow \omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \varepsilon \cdot t^2$$

chuyển động của điểm thuộc vật quay:

Quãng đường: $s = r \cdot \varphi$ (m)

Vận tốc: $v = r \cdot \omega$ (m/s)

Gia tốc: $a_\tau = r \cdot \varepsilon$; $a_n = r \cdot \omega^2 \rightarrow a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

BÀI TẬP CHƯƠNG 5

1. Một trục máy trong giai đoạn tăng tốc quay nhanh dần đều, từ vận tốc 1200 vòng/phút lên 1800 vòng/phút, với số vòng quay được là 250 vòng.
 - a. Xác định gia tốc góc của trục và thời gian trong giai đoạn tăng tốc đó
 - b. Xác định tốc độ quay tại thời điểm trục quay được 6 giây kể từ lúc bắt đầu tăng tốc.
 - c. Cho điểm A thuộc trục, cách tâm quay 1 đoạn $R = 0,05\text{m}$. Tính vận tốc và gia tốc của điểm A tại $t = 6\text{s}$.
2. Một trục máy đang quay với tốc độ 2700 vòng/phút thì giảm tốc xuống còn 900 vòng/phút mất thời gian 1 phút. Xem như trong giai đoạn này, trục máy chuyển động chậm dần đều.
 - a. Xác định gia tốc góc và tốc độ quay tại $t = 40$ giây.
 - b. Khảo sát điểm B nằm trên trục máy, cách tâm quay $R = 0,03\text{m}$. Tính vận tốc và gia tốc của trục máy tại 40 giây.