

## ÔN TẬP

# NGUYÊN LÝ – CHI TIẾT MÁY

## Phần 1: NGUYÊN LÝ MÁY

### I. CẤU TẠO CƠ CẤU.

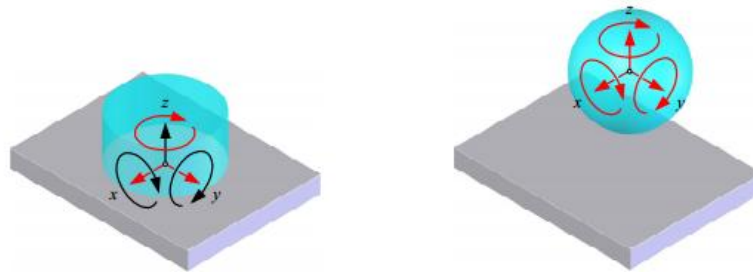
1. Chi tiết máy và khâu: Xem lại giáo trình.

- Thành phần khớp động:
- Bậc tự do cơ cấu:
  - \* cơ cấu trong không gian.
  - \* cơ cấu trong mặt phẳng.

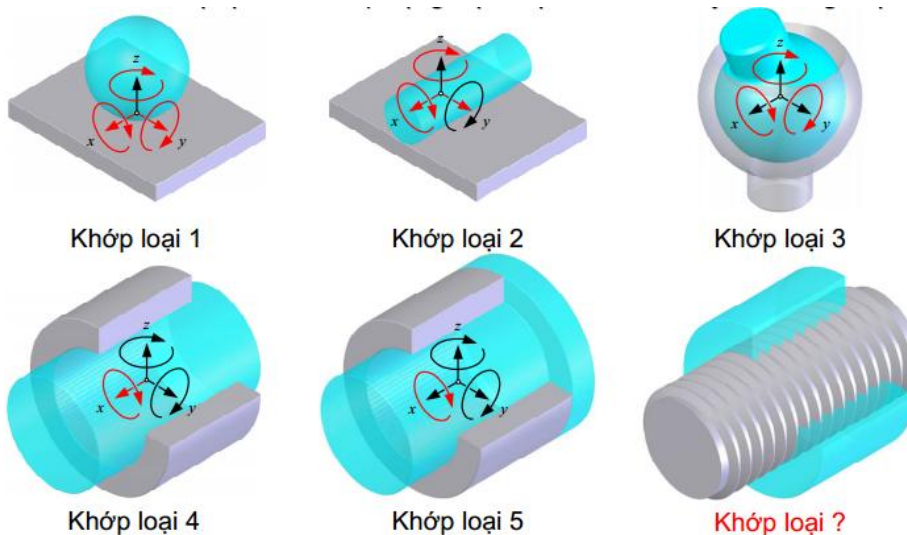
2. Thành phần khớp động và khớp động

- Bậc tự do (btd) của khâu

- + Một khả năng chuyển động độc lập đối với một hệ quy chiếu → một btd
- + Giữa hai khâu trong mặt phẳng → 3 btd:  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $Q_z$
- + Giữa hai khâu trong không gian → 6 btd:  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$ ,  $Q_x$ ,  $Q_y$ ,  $Q_z$



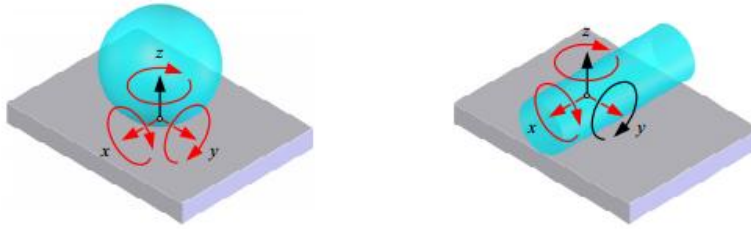
3. Theo số btd bị hạn chế: Khớp động loại  $k$  hạn chế  $k$  btd hay có  $k$  ràng buộc



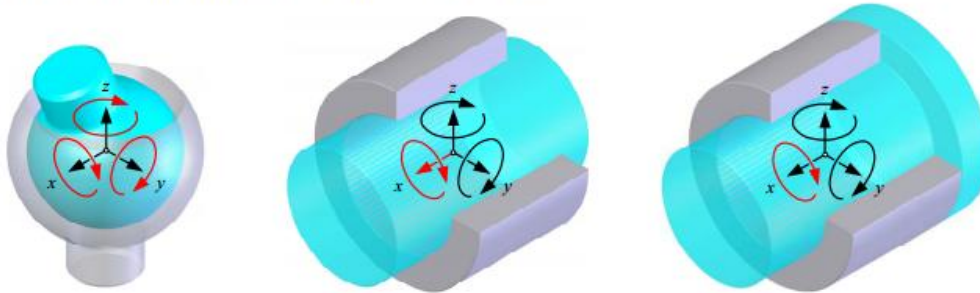
4. Khớp loại cao và khớp loại thấp.

- Theo đặc điểm tiếp xúc

+ Khớp cao: thành phần khớp động là điểm hay đường



+ Khớp thấp: thành phần khớp động là mặt



## 5. Tính bậc tự do của cơ cấu.

Tính bậc tự do của cơ cấu không gian (trường hợp tổng quát)

$$W = W_0 - R$$

$W_0$  bậc tự do tổng cộng của các khâu động nếu để rời  
 $R$  số ràng buộc của tất cả khớp động trong cơ cấu  
 $W$  bậc tự do của cơ cấu

### 1. Số bậc tự do trong cơ cấu

1 khâu để rời trong không gian có 6 btd → btd tổng cộng của  $n$  khâu động là

$$W_0 = 6n$$

### 2. Số ràng buộc chứa trong cơ cấu

Khớp loại  $k$  hạn chế  $k$  bậc tự do. Nếu gọi  $p_k$  là số khớp loại  $k$  chứa trong cơ cấu → tổng các ràng buộc do  $p_k$  khớp loại  $k$  gây nên là  $k.p_k$ . Do đó

$$R = \sum_{k=1}^5 p_k k$$

*Trong thực tế, số ràng buộc thường nhỏ hơn giá trị trên vì trong cơ cấu tồn tại các ràng buộc trùng*

Tính bậc tự do của cơ cấu phẳng

### 1. Số bậc tự do trong cơ cấu

1 khâu để rời có 3 btd → số btd tổng cộng của  $n$  khâu động:  $W_0 = 3n$

### 2. Số ràng buộc chứa trong cơ cấu

Cơ cấu phẳng có 2 loại khớp

- khớp loại 4 chứa 1 ràng buộc
- khớp loại 5 chứa 2 ràng buộc

→ tổng số ràng buộc trong cơ cấu:  $R = 1p_4 + 2p_5 - R_0$

Tóm lại, công thức tính btd

- đối với cơ cấu không gian

$$W = 6n - \left( \sum_{k=1}^5 k p_k - R_0 \right)$$

- đối với cơ cấu phẳng trừ cơ cấu chêm

$$W = 3n - (2p_5 + p_4 - r) - s$$

với  $n$  : số khâu động       $k$  : loại khớp động       $p_k$  : số khớp loại  $k$   
 $R_0$  : số ràng buộc trùng       $r$  : số ràng buộc thừa       $s$  : số btd thừa

## 6. Tách nhóm tĩnh định : nhóm Atxua

- Nguyên tắc tách nhóm Atxua : xem lại bài học, giáo trình.

Đối với nhóm tĩnh định toàn khớp thấp

$$W = 3n - 2p_5 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{array}{c|cccc} n & 2 & 4 & 6 & \dots \\ \hline p_5 & 3 & 6 & 9 & \dots \end{array}$$

## 7. Thay thế khớp cao bằng khớp thấp phải đảm bảo hai điều kiện

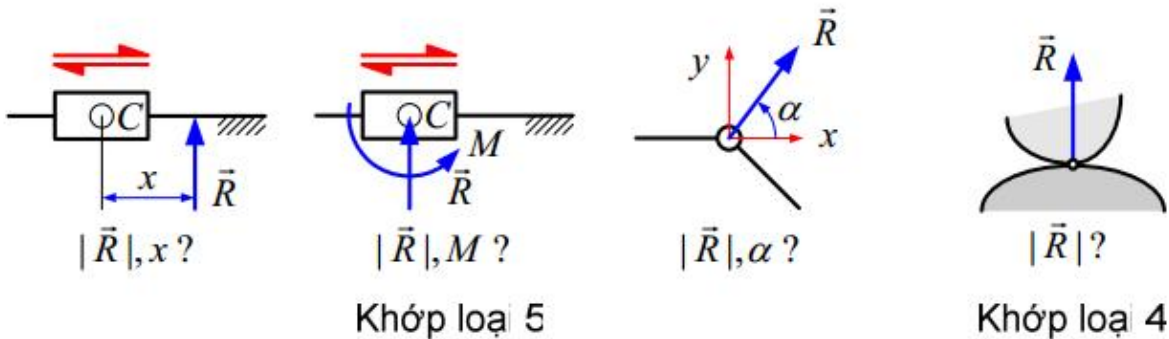
Thay thế khớp cao bằng khớp thấp

+ bậc tự do của cơ cấu không đổi

+ quy luật chuyển động không đổi.

( Xem lại bảng thay thế khớp loại 4 bằng khớp loại 5 trong bài học).

## 8. Phân tích lực trong cơ cấu nhóm tĩnh định.



số phương trình lực lập được = số ẩn chứa trong các phương trình

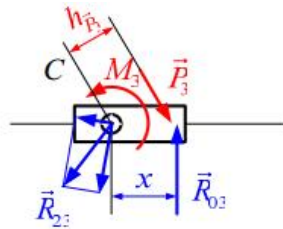
$$6n = \sum_{k=1}^5 k P_k$$

hay  $6n - \sum_{k=1}^5 k P_k = 0$

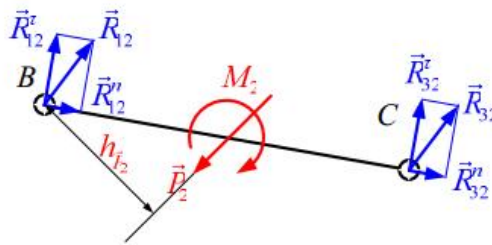
- Đối với cơ cấu phẳng điều kiện để giải được bài toán:  $3n - 2p_5 - p_4 = 0$
- Các nhóm tĩnh định thỏa điều kiện trên

→ Để xác định các phản lực khớp động, ta phải tách cơ cấu thành những nhóm tĩnh định và viết phương trình lực cho từng nhóm này

Thí dụ : Viết phương trình lực cho từng khâu trong cùng một nhóm



$$\begin{cases} \sum \vec{P} = \vec{P}_3 + \vec{R}_{03} + \vec{R}_{23} = 0 \\ \sum M_C = M_3 + R_{03}x - P_3 h_{P_3} = 0 \end{cases}$$



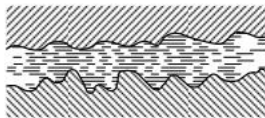
$$\begin{cases} \sum \vec{P} = \vec{P}_2 + \vec{R}'_{12} + \vec{R}''_{32} = 0 \\ \sum M_B = -M_2 + R'_{32} l_{BC} - P_2 h_{P_2} = 0 \end{cases}$$

## 9. Ma sát. Đại cương về ma sát: Ma sát có lợi và ma sát có hại

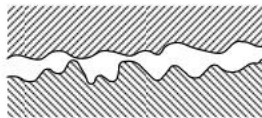
.Phân loại ma sát

- Theo tính chất tiếp xúc

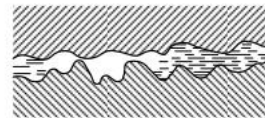
+ Ma sát ướt



+ Ma sát khô



+ Ma sát 1/2 ướt, 1/2 khô



- Theo tính chất chuyển động

+ Ma sát trượt



+ Ma sát lăn



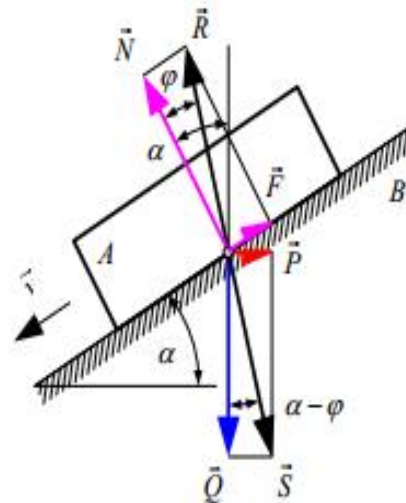
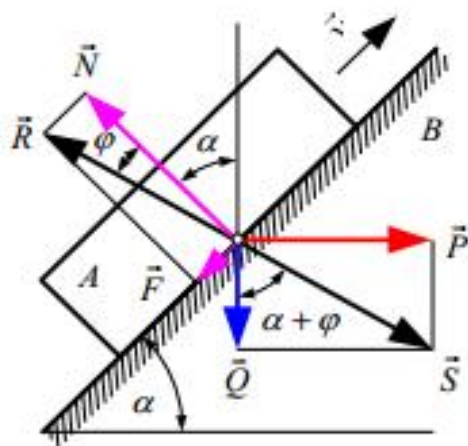
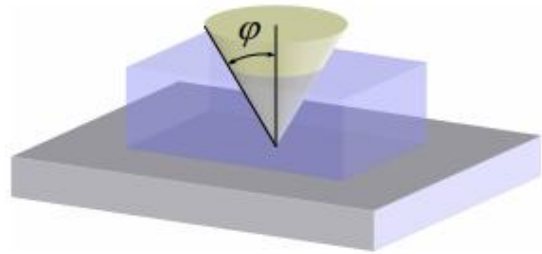
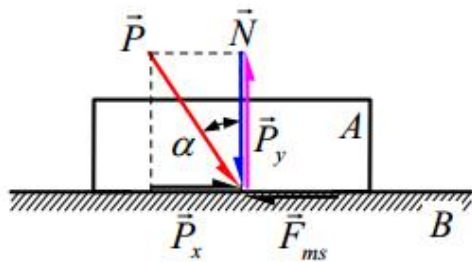
- Theo trạng thái chuyển động

+ Ma sát tĩnh

+ Ma sát động

# Phân tích lực ma sát

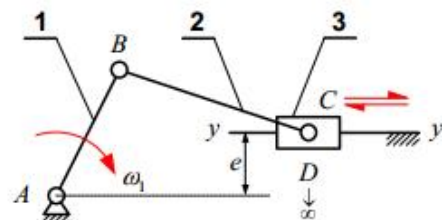
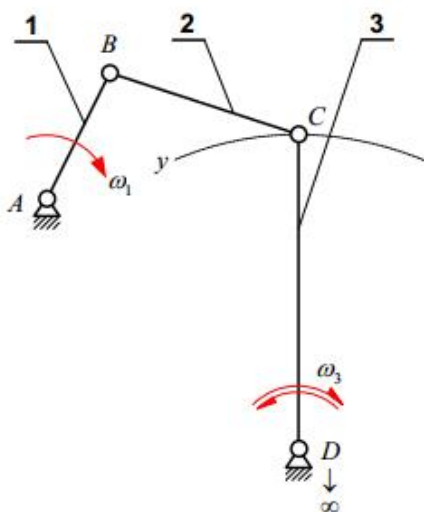
## Ma sát trên mặt phẳng ngang



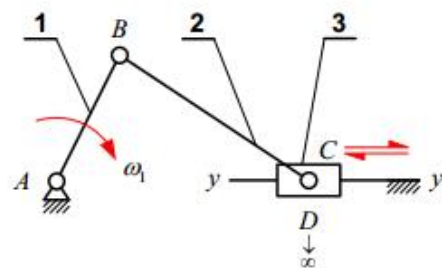
Mặt phẳng nghiêng vật đi lên

Mặt phẳng nghiêng vật đi xuống

## 10. Cơ cấu toàn khớp thấp.

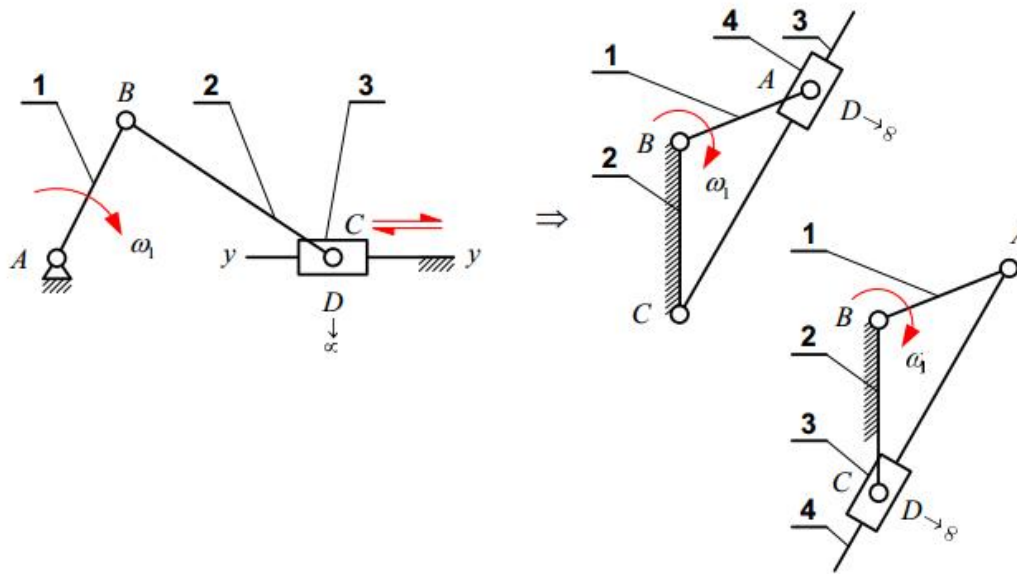


Cơ cấu tay quay - con trượt lệch tâm

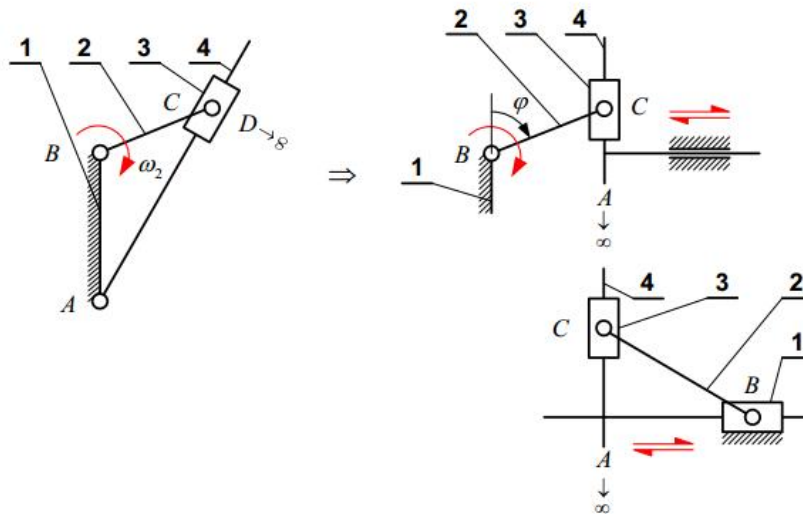


Cơ cấu tay quay - con trượt chính tâm

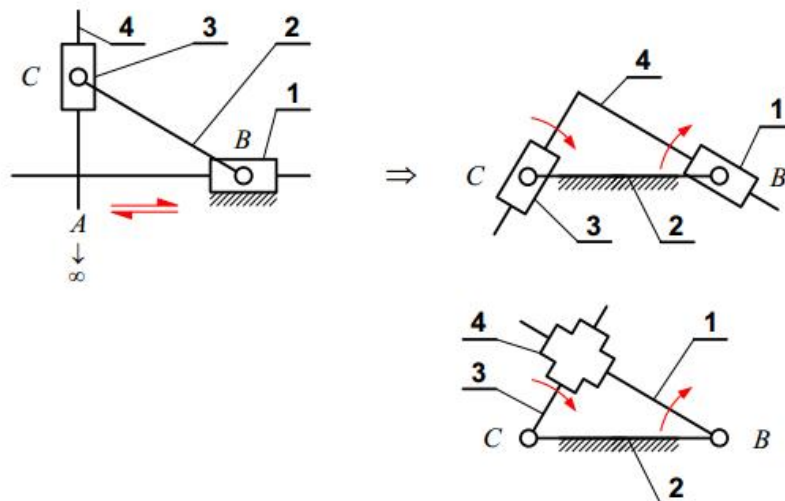
Từ cơ cấu tay quay - con trượt chính tâm, đổi khâu 2 làm giá → cơ cấu cu-lít



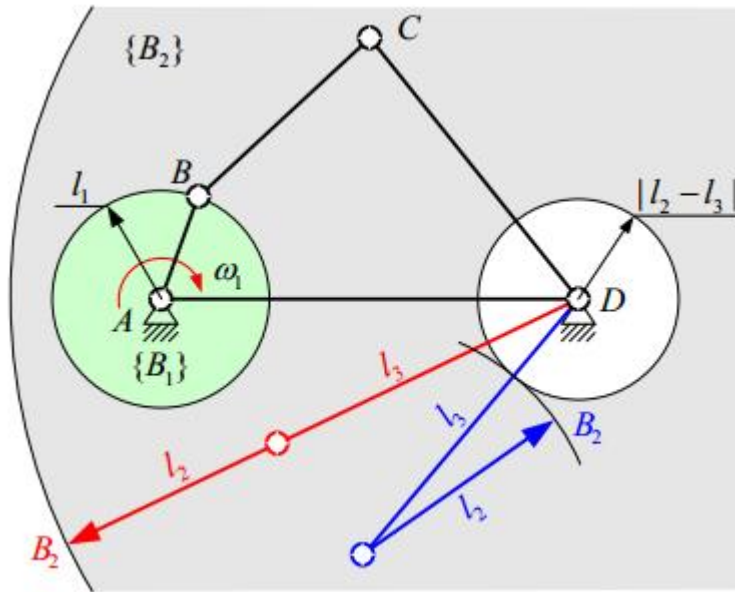
Từ cơ cấu cu-lít, cho khớp A lòi ra ∞ theo phương của giá 1 → cơ cấu sin



Từ cơ cấu sin, đổi khâu 2 làm giá → cơ cấu oldham



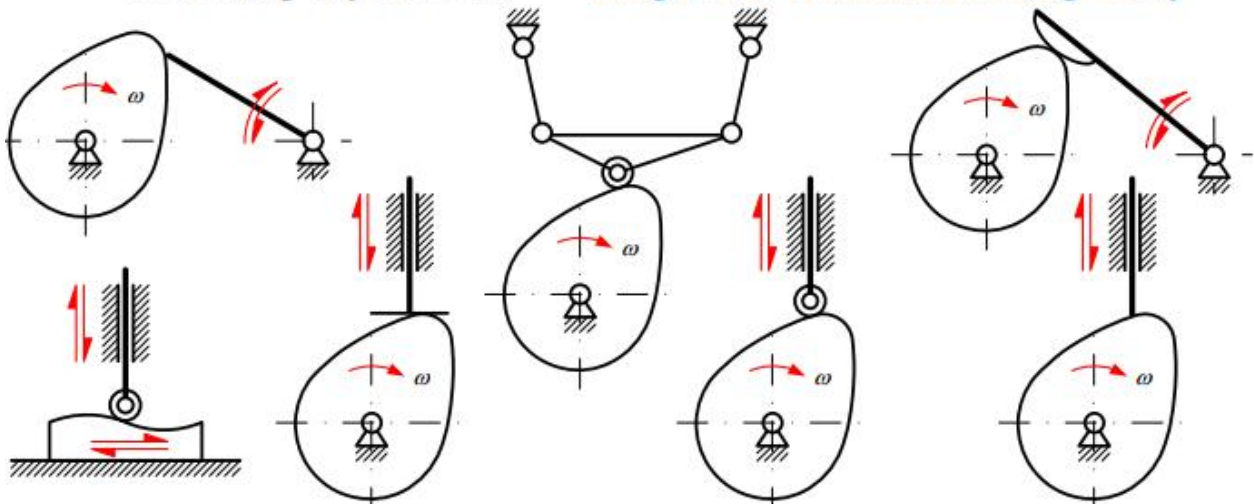
**Điều kiện quay toàn vòng :** Nguyên tắc Grashop (xem giáo trình, bài học).



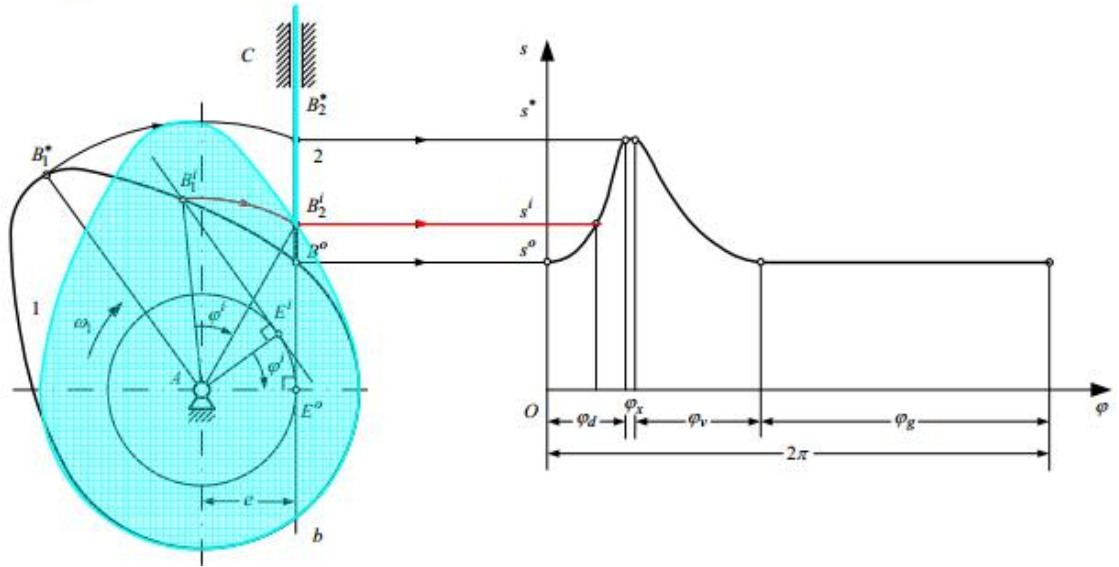
## 11. Cơ cấu cam.

Phân loại

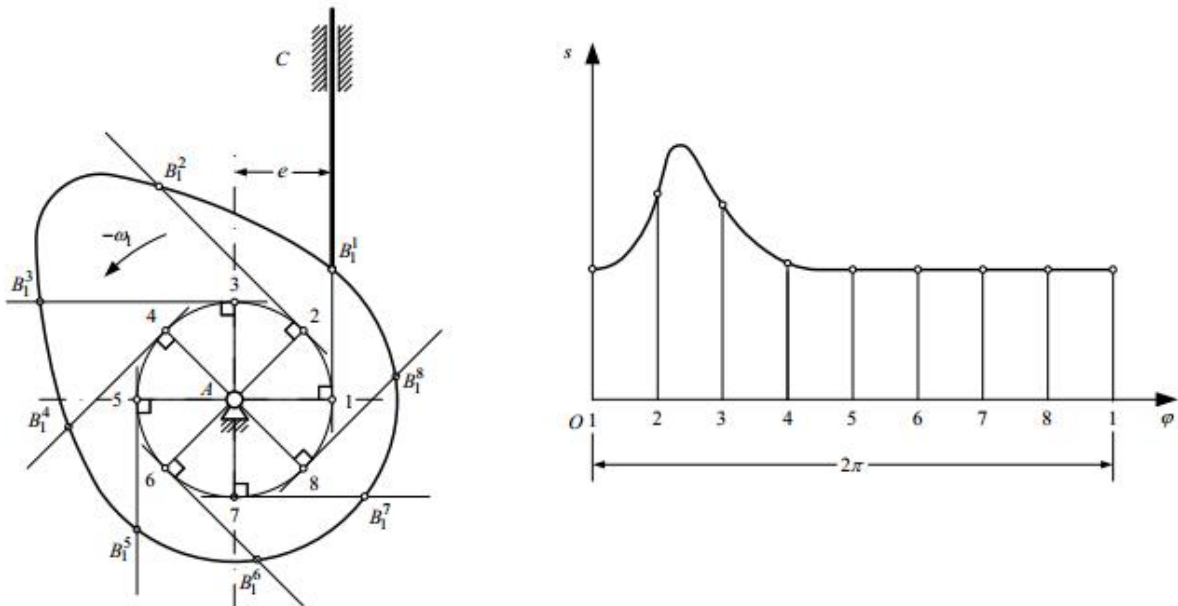
- **Cơ cấu cam phẳng:** các khâu chuyển động trong một mặt phẳng hay trong các mặt phẳng song song nhau
  - + Theo chuyển động của cam: **cam quay, cam tịnh tiến**
  - + Theo chuyển động của cần: **lắc, tịnh tiến, chuyển động song phẳng**
  - + Theo dạng đáy của cần: **bằng, nhọn, con lăn, biên dạng bất kỳ**



Cơ cấu cam cần đẩy đáy nhọn  
 Đồ thị chuyển vị  
 Phương pháp chuyển động thực



Phương pháp đổi giá





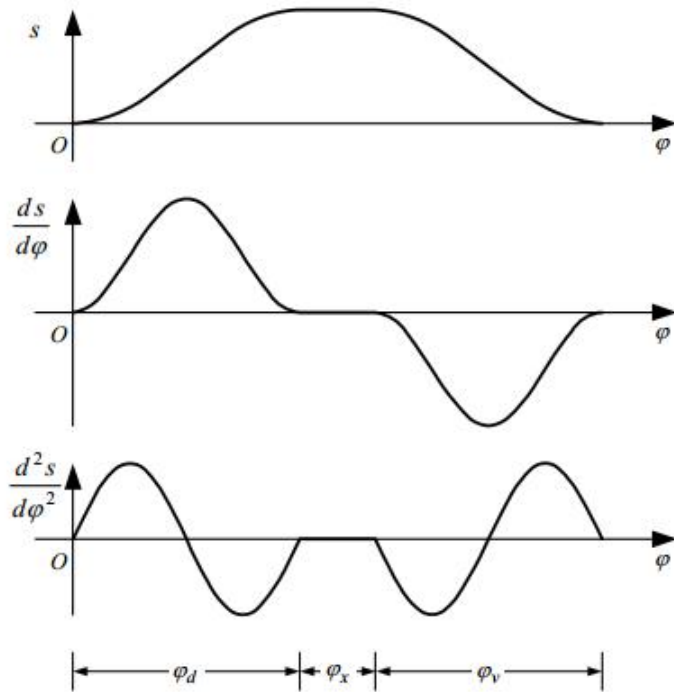
## Cơ cấu cam cần đẩy đáy nhọn

Vận tốc

$$\begin{cases} s = s(\varphi) \\ \varphi = \varphi(t) \end{cases} \Rightarrow v = \frac{ds}{dt} \\ = \frac{d\varphi}{dt} \frac{ds}{d\varphi} \\ = \omega_1 \frac{ds}{d\varphi}$$

Gia tốc

$$a = \frac{dv}{dt} = \omega_1^2 \frac{d^2s}{d\varphi^2}$$



## 12. Cơ cấu bánh răng.

*Định nghĩa:* cơ cấu bánh răng là cơ cấu có khớp loại cao dùng truyền chuyển động quay giữa hai trục với một tỉ số truyền xác định nhờ sự ăn khớp trực tiếp giữa hai khâu có răng.

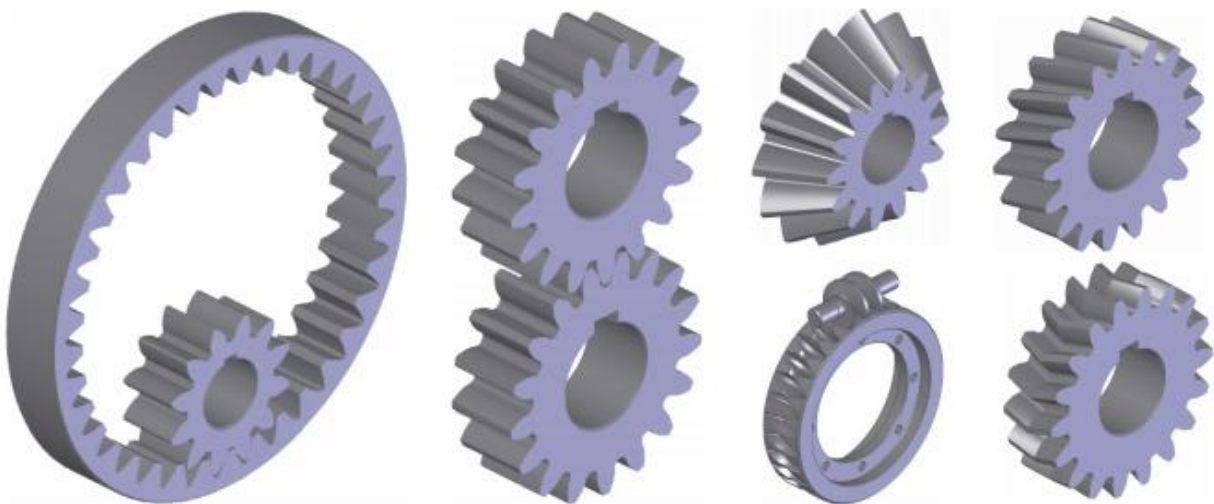
- Phân loại theo

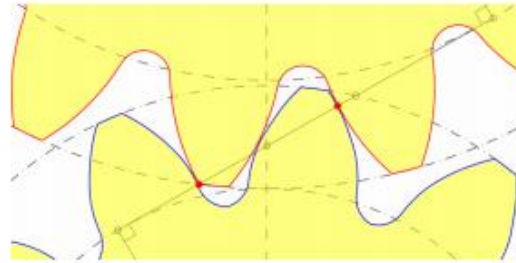
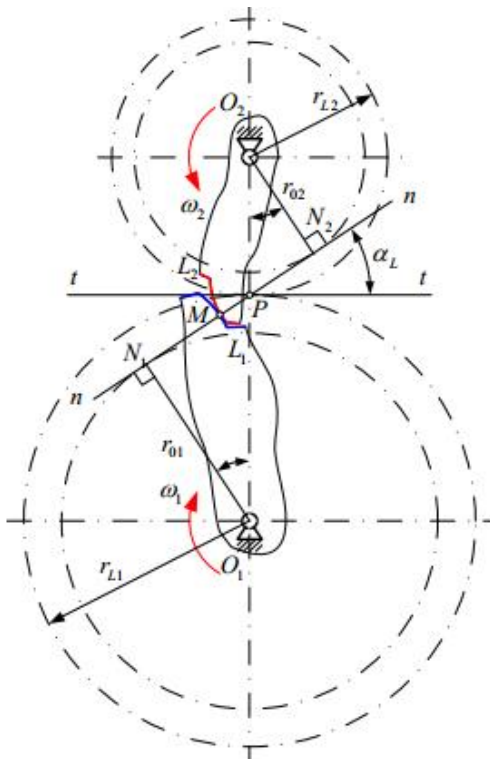
vị trí giữa hai trục: **cơ cấu bánh răng phẳng**, **cơ cấu bánh răng không gia**

sự ăn khớp: **cơ cấu bánh răng ăn khớp ngoài**, **ăn khớp trong**

hình dạng bánh răng: **bánh răng trụ**, **bánh răng côn**

cách bố trí răng trên bánh răng: **bánh răng thẳng**, **bánh răng nghiêng**, **chữ V**





- Định lý cơ bản về ăn khớp:  
**Để tỉ số truyền cố định, đường pháp tuyến chung của một cặp biên dạng phải luôn cắt đường nối tâm tại một điểm cố định**

Khi khoảng cách trục thay đổi, các bán kính vòng lăn thay đổi nhưng tỉ số truyền vẫn cố định

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{PO_2}{PO_1} = \frac{r_{L2}}{r_{L1}} = \frac{r_{02}}{r_{01}} = const$$

## Hệ bánh răng:

Hệ thống bánh răng là hệ thống bao gồm nhiều bánh răng lần lượt ăn khớp nhau, tạo thành một chuỗi

Công dụng

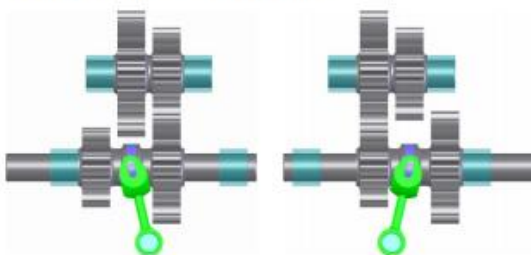
1. Thực hiện một tỉ số truyền lớn



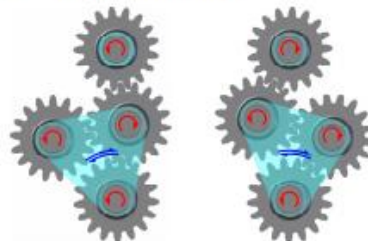
2. Truyền động giữa hai trục xa nhau



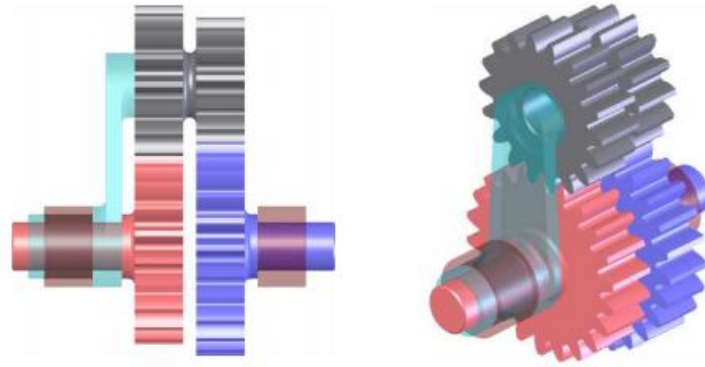
3. Thay đổi tỉ số truyền



4. Thay đổi chiều quay



## 5. Tổng hợp hay phân chia chuyển động quay



Phân tích động học hệ thống bánh răng thường

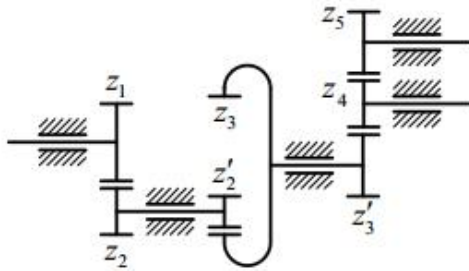
- Tỷ số truyền của một cặp bánh răng

$$i_{12} \equiv \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{r_2}{r_1} = \pm \frac{z_2}{z_1}$$

với quy ước dấu

(+) nếu hai bánh răng quay cùng chiều (ăn khớp trong)

(-) nếu hai bánh răng quay ngược chiều (ăn khớp ngoài)



$$i_{15} \equiv \frac{\omega_1}{\omega_5} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \times \frac{\omega_2}{\omega_3} \times \frac{\omega_3}{\omega_4} \times \frac{\omega_4}{\omega_5}$$

$$= i_{12} \times i_{23} \times i_{34} \times i_{45}$$

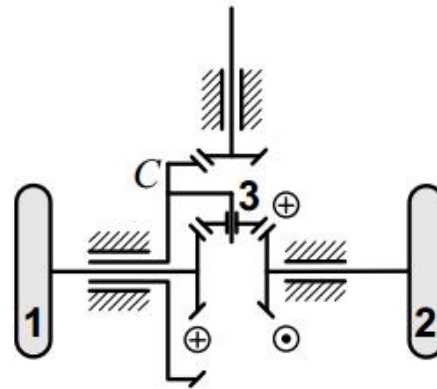
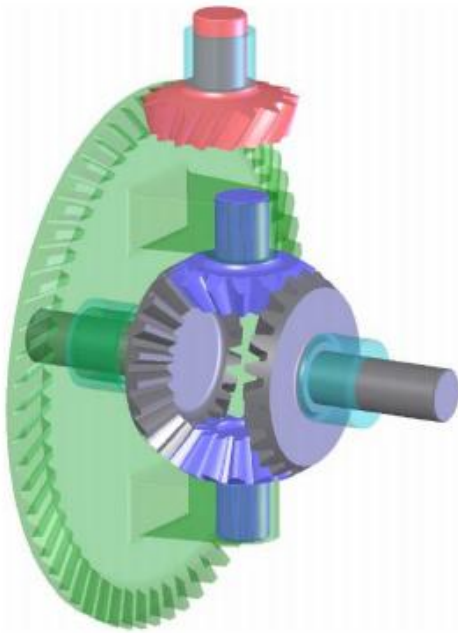
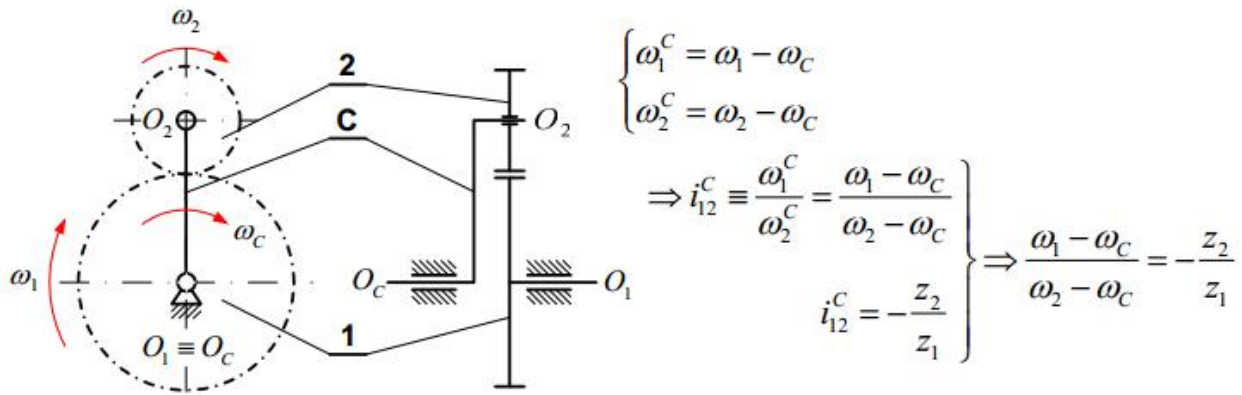
$$\Rightarrow i_{15} = \left(-\frac{z_2}{z_1}\right) \left(+\frac{z_3}{z'_2}\right) \left(-\frac{z_4}{z'_3}\right) \left(-\frac{z_5}{z_4}\right)$$

$$= (-1)^3 \frac{z_2 \times z_3 \times z_5}{z_1 \times z'_2 \times z'_3}$$

$$i_{1n} = (-1)^m \frac{\prod z_{\text{bị động}}}{\prod z_{\text{chủ động}}}$$

$m$ : số cặp bánh răng ăn khớp ngoài

## Hệ thống bánh răng vi sai



+ Ta có

$$i_{12}^C = \frac{\omega_1 - \omega_C}{\omega_2 - \omega_C} = -\frac{z_2}{z_3} \frac{z_3}{z_1} = -1 \Rightarrow \omega_1 + \omega_2 = 2\omega_C$$

+ Xe chạy thẳng

$$\omega_1 = \omega_2 \Rightarrow \omega_1 = \omega_2 = \omega_C$$

+ Khi xe chạy vòng,  $\omega_1 \neq \omega_2$ , vận tốc dài bánh xe 1 và 2 khác nhau nhưng thỏa

$$\frac{\omega_1 r_{bxe}}{R} = \frac{\omega_2 r_{bxe}}{r} \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r}{R}$$

$$\Rightarrow \omega_1 = \frac{2\omega_C}{1 + \frac{r}{R}}, \quad \omega_2 = \frac{2\omega_C}{1 + \frac{r}{R}} \frac{r}{R}$$

