

Chương 5

Phân tích lực cơ cấu

§1. Phân loại lực

1. Ngoại lực

- Lực cản kỹ thuật
- Trọng lượng các khâu
- Lực phát động

2. Lực quán tính

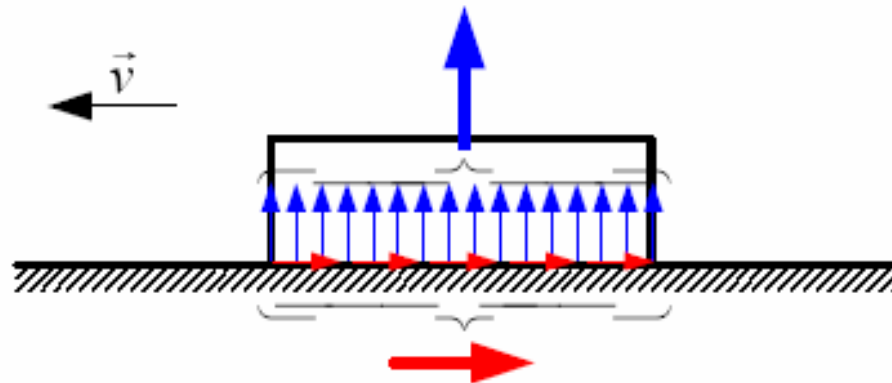
- Cơ cấu là một cơ hệ chuyển động có gia tốc, tức ngoại lực tác dụng lên cơ cấu không triệt tiêu nhau → không thể dùng phương pháp tĩnh học để giải
- Để giải quyết bài toán hệ lực không cân bằng → dùng nguyên lý **D'Alembert**

Nếu ngoài những lực tác dụng lên một cơ hệ chuyển động, ta thêm vào đó những lực quán tính và xem chúng như những ngoại lực thì cơ hệ được xem là ở trạng thái cân bằng, khi đó có thể dùng phương pháp tĩnh học để phân tích lực cơ hệ này

§1. Phân loại lực

3. Nội lực

- Lực tác dụng lẫn nhau giữa các khâu trong cơ cấu (phản lực liên kết)
- Tại mỗi tiếp điểm của thành phần khớp động, phản lực này gồm hai phần
 - + Thành phần áp lực: vuông góc với phương chuyển động tương đốiTổng các thành phần áp lực trong một khớp → **áp lực khớp động**



- + Thành phần ma sát: song song với phương chuyển động tương đối
- Tổng các thành phần ma sát trong một khớp →
- lực ma sát**

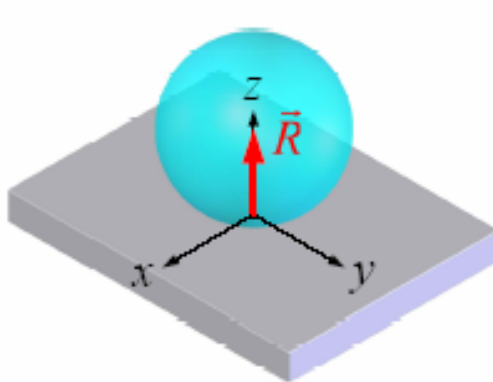
§2. Điều kiện tĩnh định

- Để tính phản lực khớp động \rightarrow tách cơ cấu thành các chuỗi động hở, trên đó phản lực ở các khớp chờ là ngoại lực: **viết các phương trình lực cho chuỗi**
- Muốn giải các bài toán áp lực khớp động

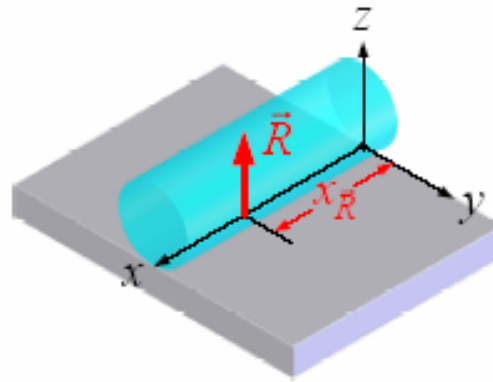
số phương trình lực lập được = số ẩn chứa trong các phương trình

Đây là điều kiện tĩnh định của bài toán

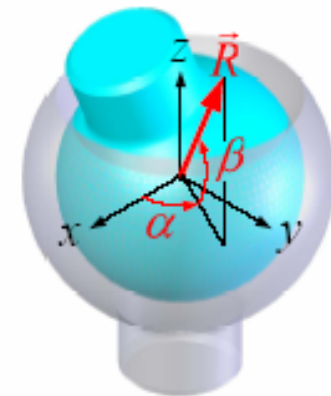
- Giả sử tách từ cơ cấu ra một chuỗi động n khâu, p_k khớp loại k
 - + Số phương trình lập được: $6n$ phương trình
 - + Số ẩn chứa trong chuỗi động: phụ thuộc vào số lượng và loại khớp động



Khớp loại 1 $|\vec{R}|?$

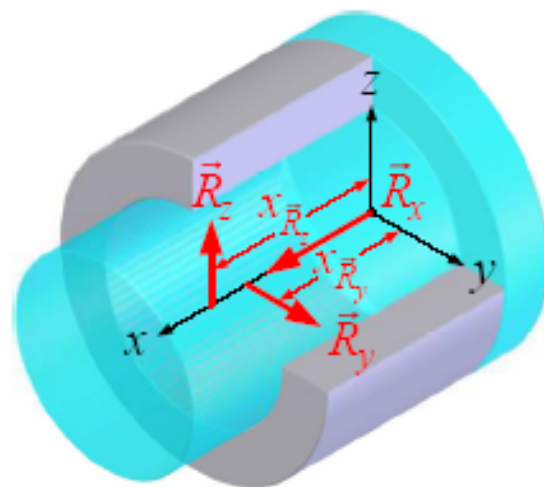
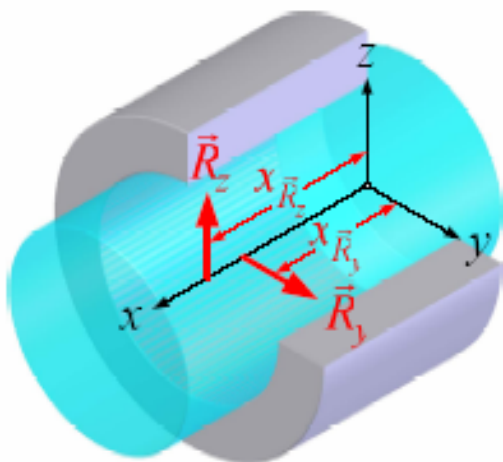


Khớp loại 2 $|\vec{R}|? x_R?$

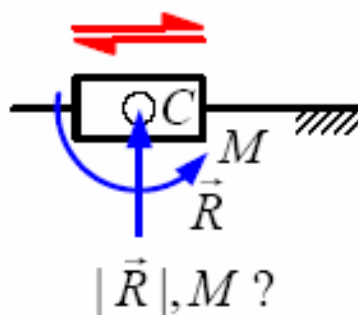
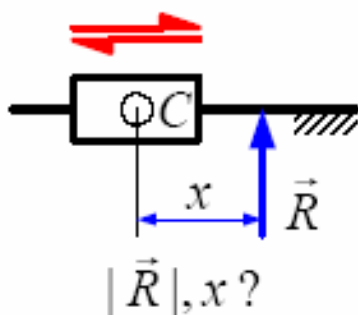


Khớp loại 3 $\alpha? \beta? |\vec{R}|?$

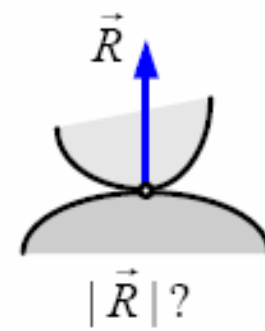
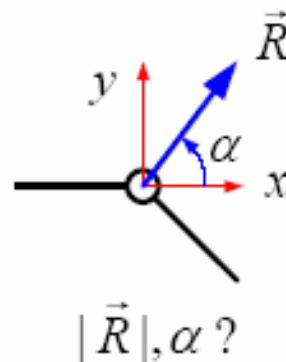
§2. Điều kiện tĩnh định



Khớp loại 4 $|\vec{R}_y| ? |\vec{R}_z| ? x_{\vec{R}_y} ? x_{\vec{R}_z} ?$ Khớp loại 5 $|\vec{R}_y| ? |\vec{R}_z| ? |\vec{R}_x| ? x_{\vec{R}_y} ? x_{\vec{R}_z} ?$



Khớp loại 5



Khớp loại 4

§2. Điều kiện tĩnh định

Như vậy, khớp loại k chứa k ẩn \rightarrow tổng số ẩn trong chuỗi là $\sum_{k=1}^5 k P_k$

- Để tính phản lực khớp động \rightarrow tách cơ cấu thành các chuỗi động hờ, trên đó phản lực ở các khớp chờ là ngoại lực và **viết các phương trình lực cho chuỗi**
- Điều kiện để giải được bài toán

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

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

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

- 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
- \rightarrow **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**

§3. Xác định áp lực khớp động

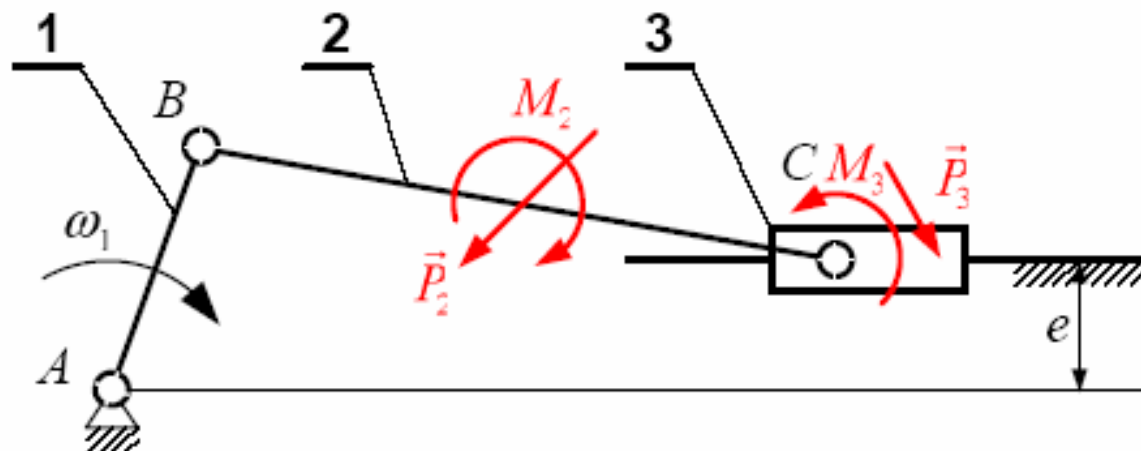
- Các bước xác định áp lực khớp động
 - + Tách nhóm tĩnh định
 - + Tách các khâu trong nhóm tĩnh định
 - Đặt các áp lực khớp động và các ngoại lực lên khâu
 - + Viết các phương trình cân bằng lực cho từng khâu
 - + Giải các phương trình viết cho các khâu thuộc một nhóm tĩnh định
- Giải cho các nhóm ở xa khâu dẫn trước (ngược lại với bài toán động học)
- Với cơ cấu phẳng, một khâu viết được 3 phương trình

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum \vec{F}_X = 0 \\ \sum \vec{F}_Y = 0 \\ \sum M_{OZ} = 0 \end{array} \right. \quad \text{hay} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum \vec{P} = 0 \\ \sum M_{OZ} = 0 \end{array} \right.$$

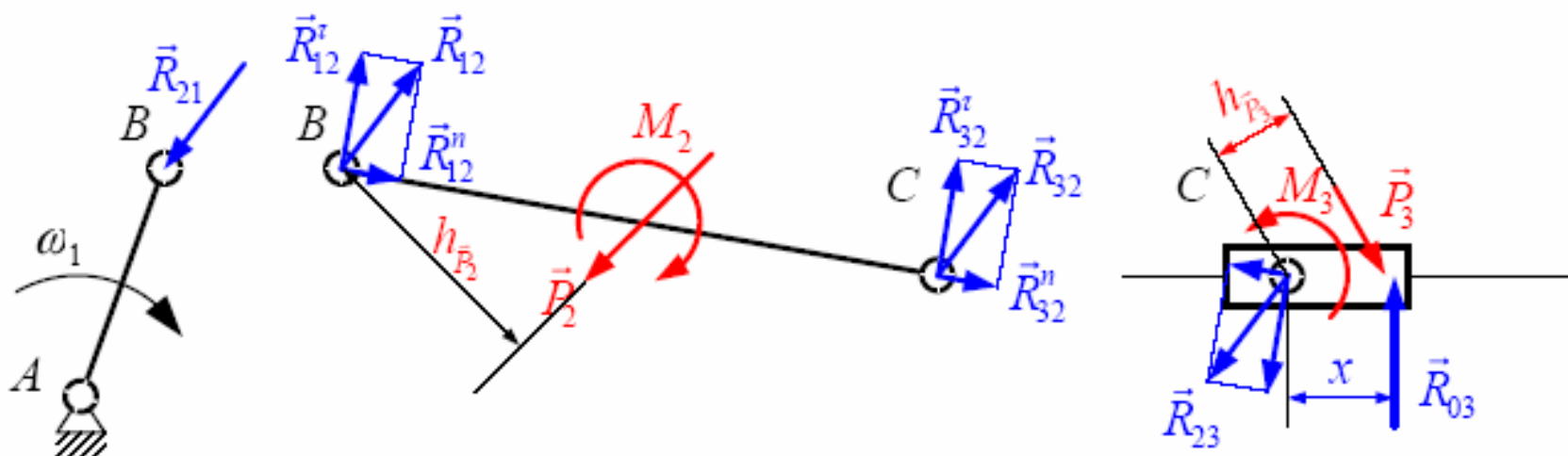
- Các phương trình lực trên có thể được giải bằng các phương pháp đã biết: phương pháp giải tích vector, phương pháp hoạ đồ vector (đa giác lực), ...

§3. Xác định áp lực khớp động

Ví dụ

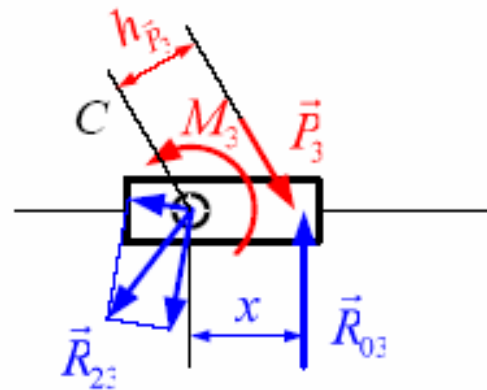


- Tách nhóm tĩnh định, tách các khâu trong nhóm, đặt lực lên khâu

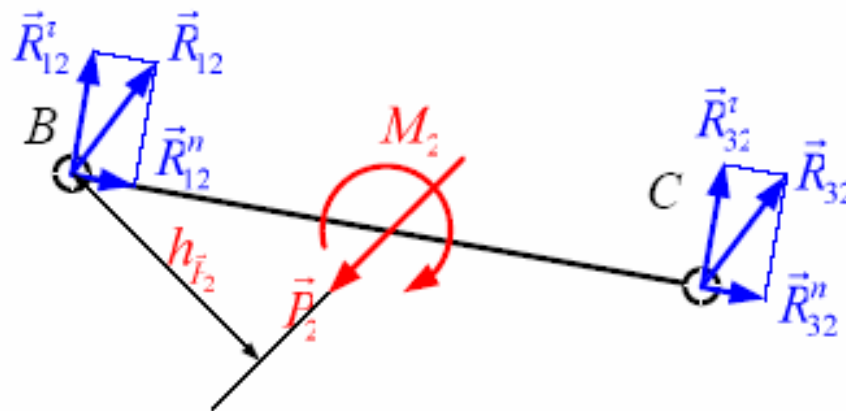


§3. Xác định áp lực khớp động

- Viết phương trình lực cho từng khâu trong cùng một nhóm



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

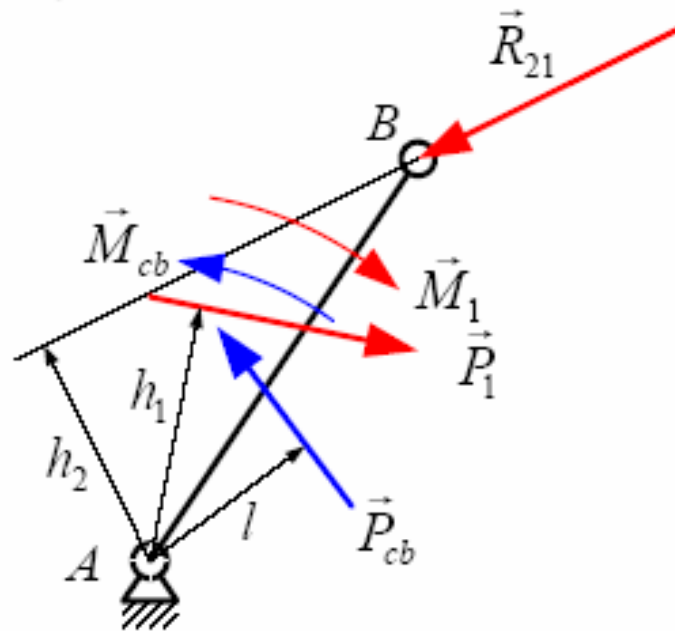


$$\begin{cases} \sum \vec{P} = \vec{P}_2 + \vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} = 0 \\ \sum M_B = -M_2 + R_{32}l_{BC} - P_2 h_{P_2} = 0 \end{cases}$$

- Giải các phương trình lực của cùng một nhóm

§4. Tính lực trên khâu dẫn

I. Phương pháp phân tích lực



$$\sum M_A = R_{21}h_{21} - P_1h_1 + M_{cb} - M_1 = 0 \Rightarrow M_{cb} = -R_{21}h_{21} + P_1h_1 + M_1$$

$$P_{cb} = \frac{M_{cb}}{l}$$

§4. Tính lực trên khâu dẫn

2. Phương pháp di chuyển khả dĩ

- Moment (lực) cân bằng trên khâu dẫn là moment (lực) cân bằng tất cả các lực (kể cả lực quán tính) tác dụng lên cơ cấu \rightarrow tổng công suất tức thời của tất cả các lực tác dụng lên cơ cấu bằng không
- Theo nguyên lý di chuyển khả dĩ

$$\sum N_{P_i} + \sum N_{M_i} = 0$$

N_{P_i} công suất của lực P_i

N_{M_i} công suất của moment M_i

- Công suất của lực P_i

$$N_{P_i} = \vec{P}_i \vec{V}_i^k$$

\vec{V}_i^k vận tốc của điểm đặt lực P_i

- Công suất của moment M_i

$$N_{M_i} = \vec{M}_i \vec{\omega}_i^k$$

$\vec{\omega}_i^k$ vận tốc góc của khâu chịu tác dụng của moment M_i

- Moment (lực) cân bằng trên khâu dẫn

$$\vec{M}_{cb} \vec{\omega}_1 + \sum (\vec{P}_i \vec{V}_i^k + \vec{M}_i \vec{\omega}_i) = 0 \Rightarrow \vec{M}_{cb}$$

$$\vec{P}_{cb} \vec{V}_1 + \sum (\vec{P}_i \vec{V}_i^k + \vec{M}_i \vec{\omega}_i) = 0 \Rightarrow \vec{P}_{cb}$$