

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

Môn học: CƠ LÝ THUYẾT

Phần 1. TĨNH HỌC

Chương 3. HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm về véc tơ chính và mô men chính của hệ lực không gian.
- Xác định được véc tơ chính và mô men chính của hệ lực không gian đối với hệ trục.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.1. Định nghĩa:

Véc tơ chính của hệ lực không gian là **véc tơ tổng** của các véc tơ lực của hệ lực.

Ký hiệu: $\vec{R}$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

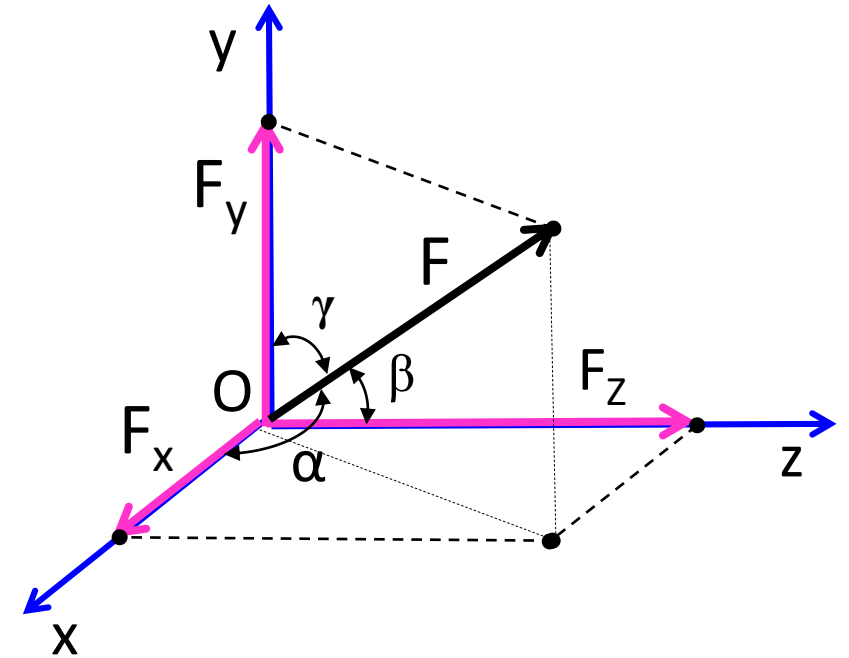
1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính: (dùng phương pháp chiếu)

❖ Chiếu một lực lên hệ trục Oxyz:

Gọi F_x , F_y , F_z là hình chiếu của

$\vec{F}$ lên hệ trục Oxyz ; α , β , γ là góc hợp $\vec{F}$ bởi với phương Ox, Oy, Oz.



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

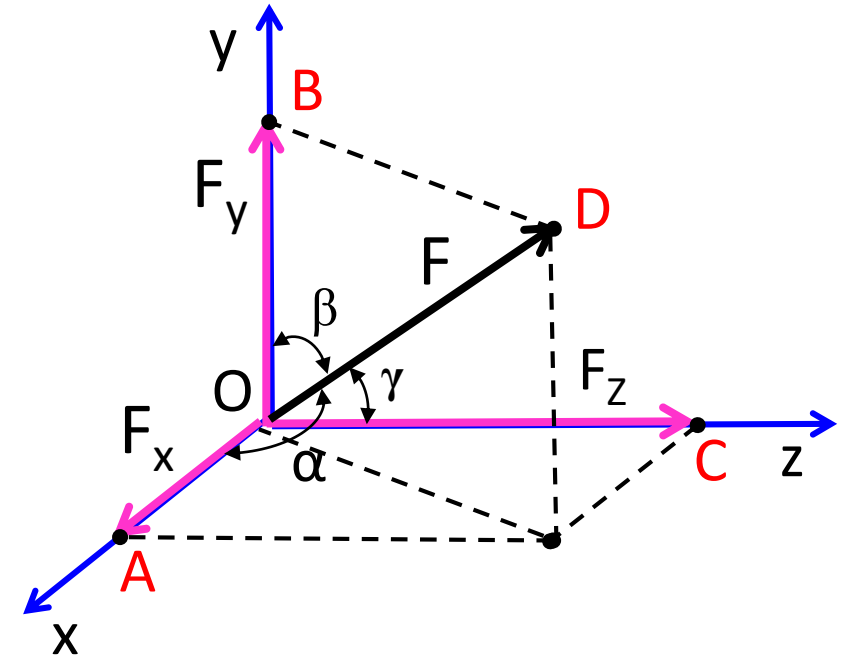
1.1.2. Xác định véc tơ chính:

❖ Chiếu một lực lên hệ trục Oxyz:

$$F_x = \pm F \cdot \cos\alpha; F_y = \pm F \cdot \cos\beta; F_z = \pm F \cdot \cos\gamma$$

➤ Dấu của F_x, F_y, F_z :

Lấy dấu (+): Khi hình chiếu của $\vec{F}$ trên trục hướng cùng chiều dương với trục và ngược lại.



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

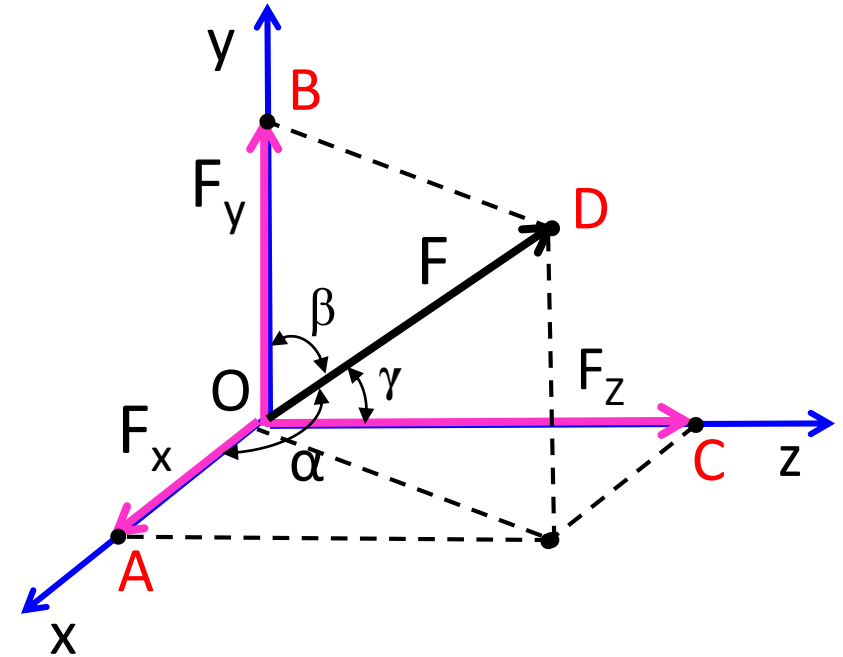
❖ Chiếu một lực lên hệ trục Oxyz:

Nếu biết OA, OB, OC, OD thì:

$$F_x = \pm F \cdot \frac{OA}{OD}; F_y = \pm F \cdot \frac{OB}{OD}; F_z = \pm F \cdot \frac{OC}{OD}$$

➤ *Trường hợp đặc biệt:*

- Khi $\vec{F} \parallel$ trục: Hình chiếu của $\vec{F}$ lên trục đó bằng chính nó và hình chiếu lên 2 trục còn lại bằng không.
- Khi $\vec{F} \in$ mp vuông góc với trục: Hình chiếu của $\vec{F}$ lên trục đó bằng 0.



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

❖ Chiếu hệ lực lên hệ trục Oxyz: $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$

$$R_x = \bar{F}_{1x} + \bar{F}_{2x} + \dots + \bar{F}_{ix} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix}$$

$$R_y = \bar{F}_{1y} + \bar{F}_{2y} + \dots + \bar{F}_{iy} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy}$$

$$R_z = \bar{F}_{1z} + \bar{F}_{2z} + \dots + \bar{F}_{iz} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iz}$$

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

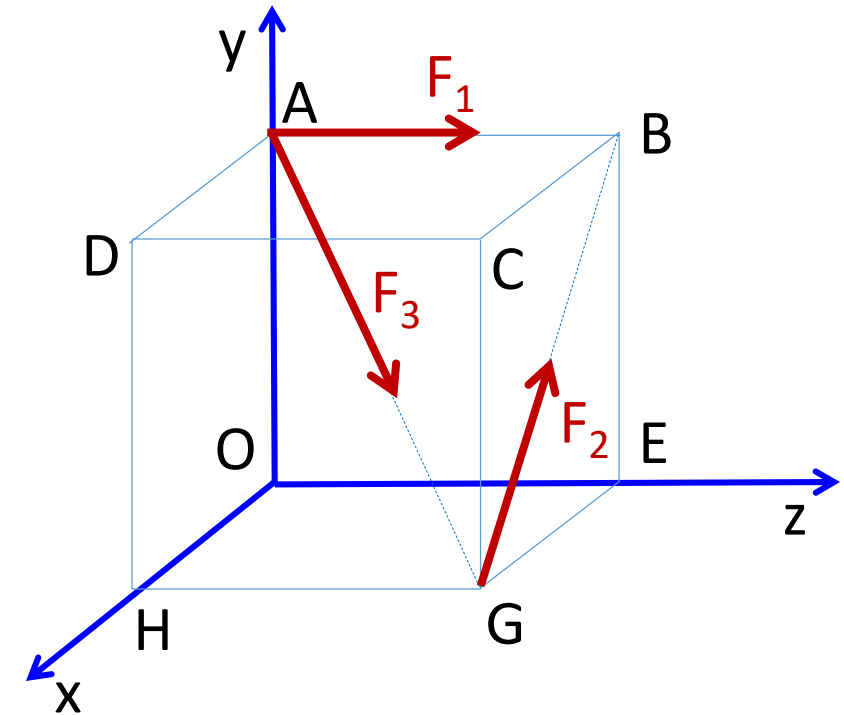
1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

Ví dụ:

Xác định hình chiếu véc tơ chính của hệ lực đối $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3)$ với hệ trục Oxyz. Biết ABCDOEGH là hình lập phương có cạnh $a = 0,5\text{m}$, trị số của các lực $F_1 = 40\text{N}$, $F_2 = 50\sqrt{2} \text{ N}$, $F_3 = 60\sqrt{3} \text{ N}$



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

Giải:

Tóm tắt:

$$a = 0,5\text{m}$$

$$F_1 = 40\text{N}$$

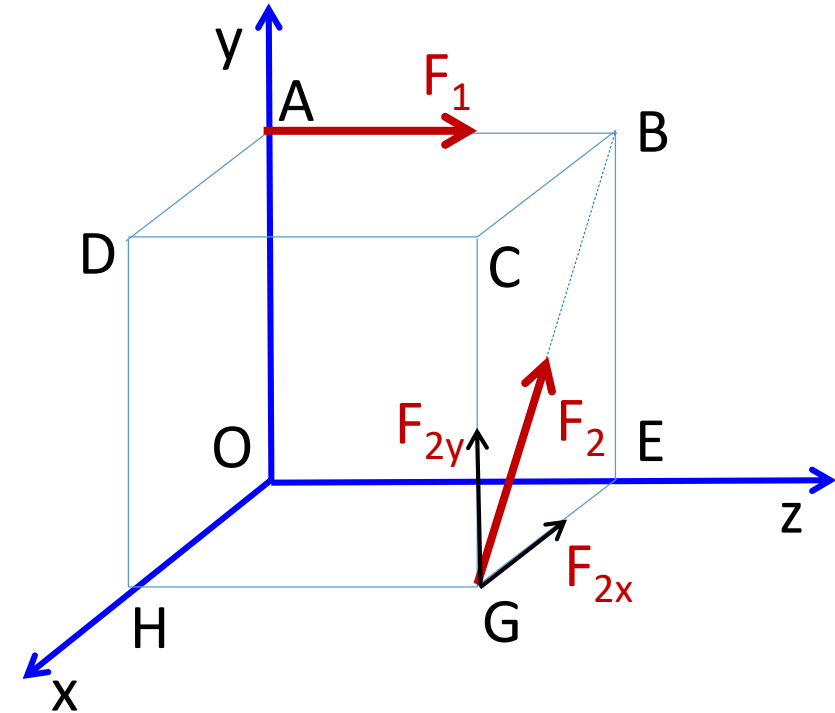
$$F_2 = 50\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_3 = 60\sqrt{3} \text{ N}$$

$$\vec{F}_1 \begin{cases} F_{1x} = 0 \\ F_{1y} = 0 \quad (\vec{F}_1 // Oz) \\ F_{1z} = +F_1 = 40\text{N} \end{cases}$$

$$F_{2x} = -F_2 \cdot \frac{GH}{GB} = -50\sqrt{2} \cdot \frac{0,5}{0,5\sqrt{2}} = -50\text{N}$$

$$\vec{F}_2 \begin{cases} F_{2y} = F_2 \cdot \frac{GC}{GB} = 50\sqrt{2} \cdot \frac{0,5}{0,5\sqrt{2}} = 50\text{N} \\ F_{2z} = 0 \quad (\vec{F}_2 \in mp \perp Oz) \end{cases}$$



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

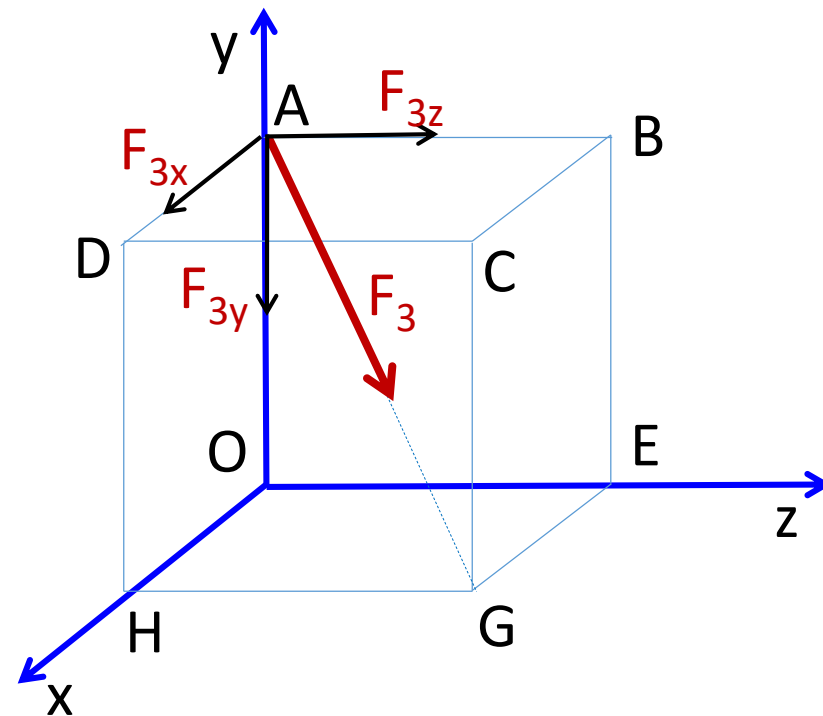
Giải:

$$\vec{F}_3 \begin{cases} F_{3x} = F_3 \cdot \frac{AD}{AG} = 60\sqrt{3} \cdot \frac{0,5}{0,5\sqrt{3}} = 60\text{N} \\ F_{3y} = -F_3 \cdot \frac{AO}{AG} = -60\sqrt{3} \cdot \frac{0,5}{0,5\sqrt{3}} = -60\text{N} \\ F_{3z} = F_3 \cdot \frac{AB}{AG} = 60\sqrt{3} \cdot \frac{0,5}{0,5\sqrt{3}} = 60\text{N} \end{cases}$$

$$R_x = \sum \bar{F}_{ix} = 0 - 50 + 60 = 10\text{N}$$

$$R_y = \sum \bar{F}_{iy} = 0 + 50 - 60 = -10\text{N}$$

$$R_z = \sum \bar{F}_{iz} = 40 + 0 + 60 = 100\text{N}$$



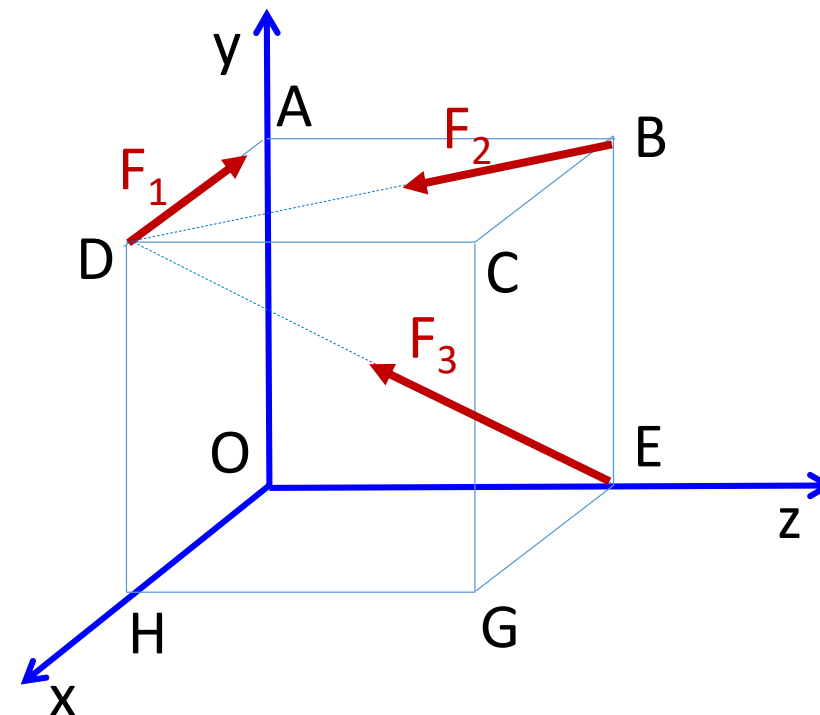
1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH

1.1. Véc tơ chính của hệ lực không gian:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

Bài tập áp dụng:

Xác định hình chiếu véc tơ chính của hệ lực đối ($\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$) với hệ trục Oxyz. Biết ABCDOEGH là hình lập phương có cạnh $a = 0,4\text{m}$, trị số của các lực $F_1 = 100\text{N}$, $F_2 = 100\sqrt{2}\text{ N}$, $F_3 = 100\sqrt{3}\text{ N}$

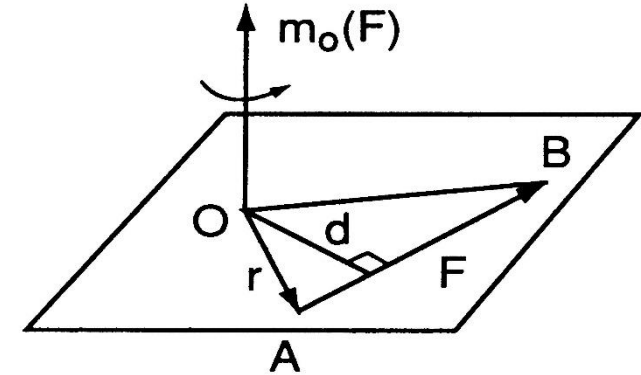


1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.2. Moment chính của hệ lực không gian:

1.2.1. Moment của lực đối với một điểm :

Mômen của lực $\vec{F}$ đối với điểm O, ký hiệu $\vec{m}_O(\vec{F})$ là véc tơ có:



- Phương: vuông góc với mặt phẳng qua O và chứa $\vec{F}$
- Chiều: Nhìn từ đầu mũi nhọn xuống thấy $\vec{F}$ quay ngược chiều kim đồng hồ quanh O.
- Trị số: $\overline{m}_O(\vec{F}) = Fd$ (Nm)

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

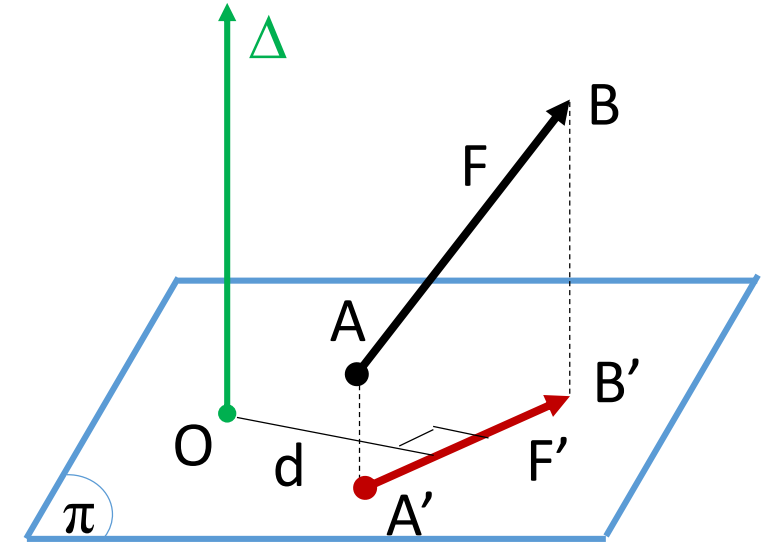
1.2. Moment chính của hệ lực không gian:

1.2.2. Moment của lực đối với một trục :

Mômen của lực $\vec{F}$ đối với trục Δ , ký hiệu:

$\bar{m}_{\Delta}(\vec{F})$ là moment của $\vec{F}'$ đối với điểm O.

$$\bar{m}_{\Delta}(\vec{F}) = \bar{m}_O(\vec{F}') = \pm F'.d \text{ (Nm)}$$



Trong đó: F' - Trị số hình chiếu của lực $\vec{F}$ lên mặt phẳng (π)
vuông góc với Δ .

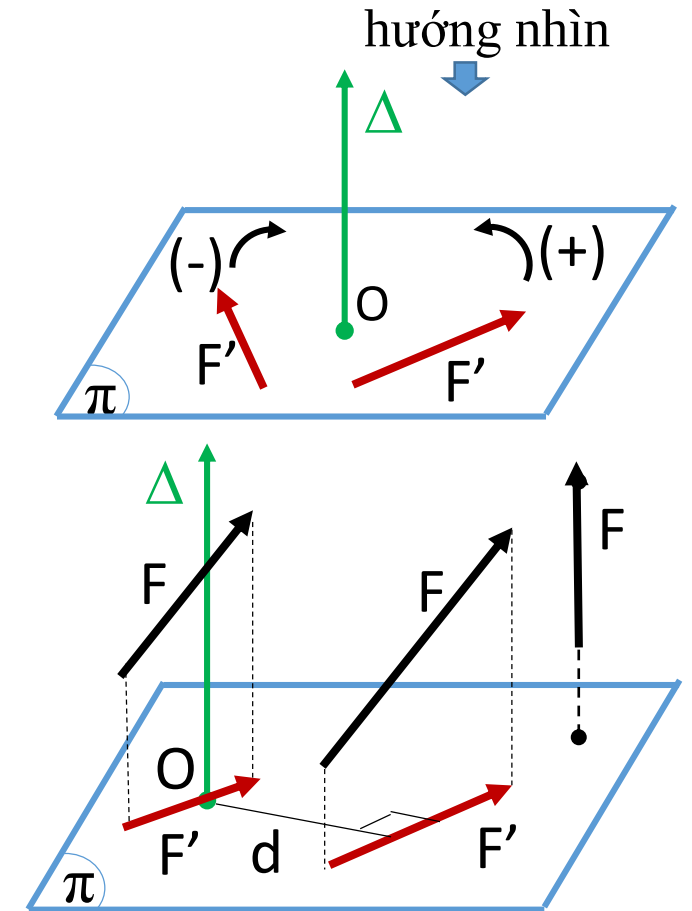
d - khoảng cách ngắn nhất từ O đến $\vec{F}'$ (cánh tay đòn)

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.2. Moment chính của hệ lực không gian:

1.2.2. Moment của lực đối với một trục :

- **Qui ước dấu:** Dấu “+” khi lực có khuynh hướng làm vật quay *ngược chiều kim đồng hồ* và lấy dấu “-” trong trường hợp *ngược lại*.
- **Trường hợp đặt biệt:**
 - $\bar{m}_\Delta(\vec{F}) = \bar{m}_O(\vec{F}') = \pm F'.d = 0$ khi:
 - $F' = 0 \rightarrow \vec{F} // \Delta$ (lực song song với trục)
 - $d = 0 \rightarrow \vec{F}'$ đi qua điểm O (lực cắt trục)



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.2. Moment chính của hệ lực không gian:

1.2.3. Moment chính của hệ lực đối với một điểm :

$$\vec{M}_O = \vec{m}_O(\vec{F}_1) + \vec{m}_O(\vec{F}_2) + \dots + \vec{m}_O(\vec{F}_n) = \sum_{i=1}^n \vec{m}_O(\vec{F}_i)$$
$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{M}_{Ox} = \sum_{i=1}^n \bar{m}_{Ox}(\vec{F}_i) = \sum_{i=1}^n \bar{m}_x(\vec{F}_i) \\ \bar{M}_{Oy} = \sum_{i=1}^n \bar{m}_{Oy}(\vec{F}_i) = \sum_{i=1}^n \bar{m}_y(\vec{F}_i) \\ \bar{M}_{Oz} = \sum_{i=1}^n \bar{m}_{Oz}(\vec{F}_i) = \sum_{i=1}^n \bar{m}_z(\vec{F}_i) \end{array} \right.$$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

1.2. Moment chính của hệ lực không gian:

1.2.3. Moment chính của hệ lực đối với một điểm :

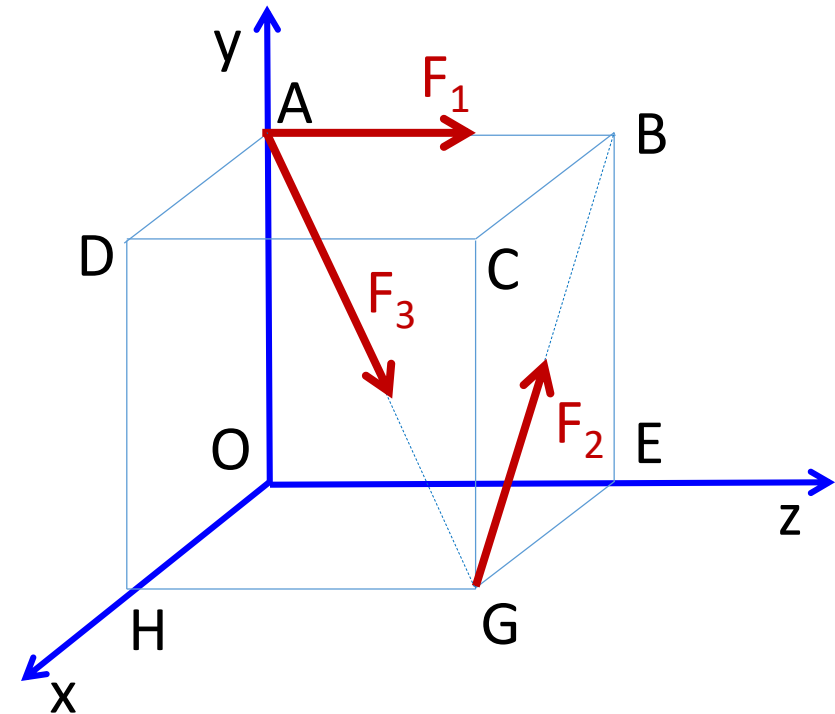
Ví dụ:

Hình lập phương ABCDOEGH cạnh $a = 0,5\text{m}$.

Tại đỉnh A và G, ta đặt các lực có trị số $F_1 = 40\text{N}$,

$$F_2 = 50\sqrt{2} \text{ N}, F_3 = 60\sqrt{3} \text{ N}$$

- Xác định hình chiếu vector chính của hệ lực đối với hệ trục Oxyz.
- Xác định moment chính của hệ lực đối với hệ trục Oxyz.



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH

Giải:

Tóm tắt:

$$a = 0,5\text{m}$$

$$F_1 = 40\text{N}$$

$$F_2 = 50\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_3 = 60\sqrt{3} \text{ N}$$

$$GB = a\sqrt{2}$$

$$AG = a\sqrt{3}$$

a) Xác định hình chiếu vector chính:

$$R_x = \sum \bar{F}_{ix} = 0 - F_2 \cdot \frac{GE}{GB} + F_3 \cdot \frac{AD}{AG}$$

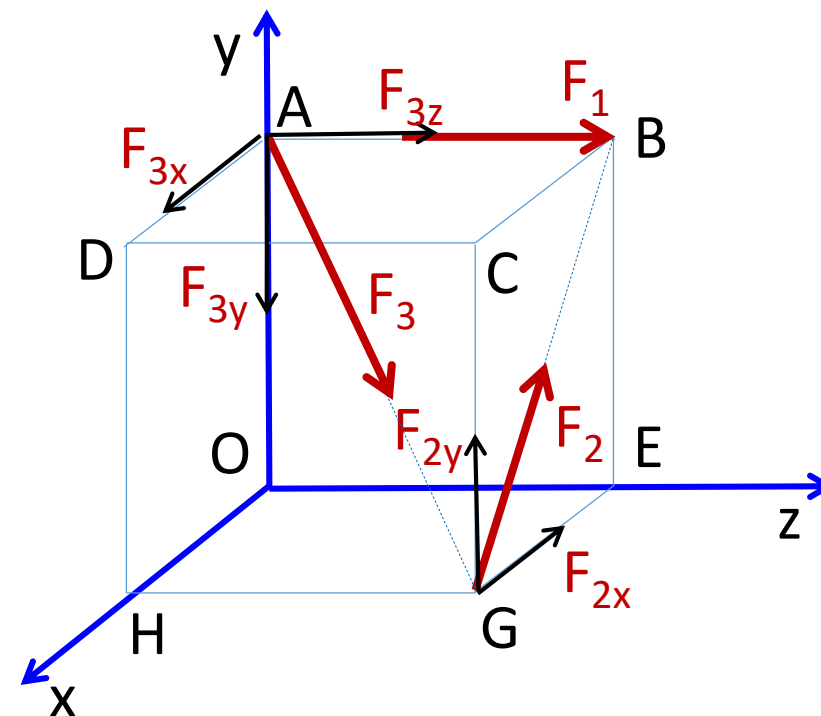
$$R_y = \sum \bar{F}_{iy} = 0 + F_2 \cdot \frac{GC}{GB} - F_3 \cdot \frac{AO}{AG}$$

$$R_z = \sum \bar{F}_{iz} = F_1 + 0 + F_3 \cdot \frac{AB}{AG}$$

$$R_x = 0 - 50\sqrt{2} \cdot \frac{a}{a\sqrt{2}} + 60 \cdot \frac{a}{a\sqrt{3}} = 10\text{N}$$

$$R_y = 0 + 50\sqrt{2} \cdot \frac{a}{a\sqrt{2}} - 60 \cdot \frac{a}{a\sqrt{3}} = -10\text{N}$$

$$R_z = + 40 + 0 + 60 \cdot \frac{a}{a\sqrt{3}} = 100\text{N}$$



$$\vec{F}_1 // Oz$$

$$\vec{F}_2 \in mp (BCGE) \perp Oz$$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH

Giải:

Tóm tắt:

$$a = 0,5\text{m}$$

$$|F_{1z}| = 40\text{N}$$

$$|F_{2x}| = 50\text{ N}$$

$$|F_{2y}| = 50\text{ N}$$

$$|F_{3x}| = 60\text{ N}$$

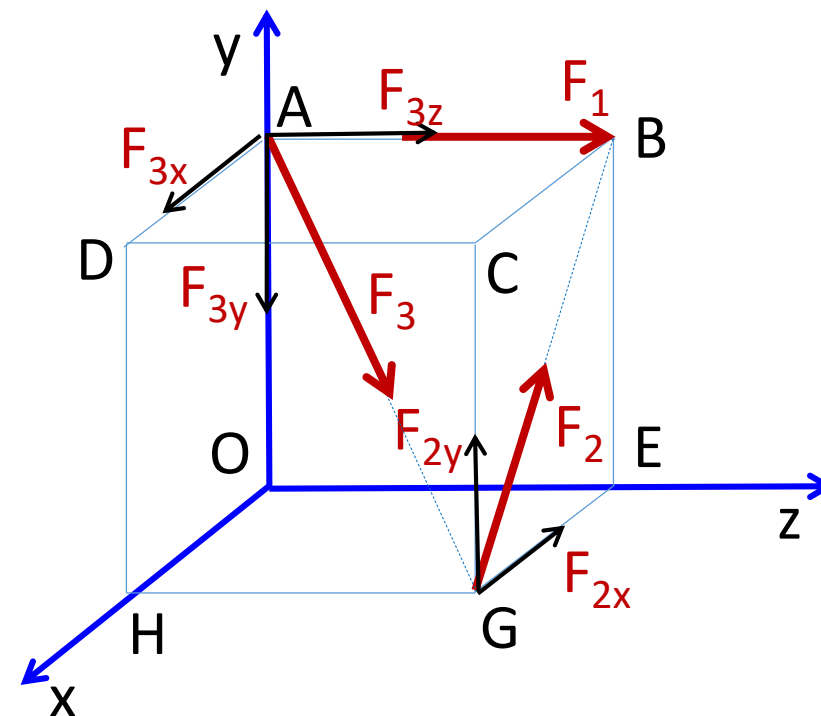
$$|F_{3y}| = 60\text{ N}$$

$$|F_{3z}| = 60\text{ N}$$

a) Xác định moment chính:

$$\begin{cases} \bar{M}_x = \sum \bar{m}_x(\vec{F}_i) = -|F_{1z}| + |F_{2y}| \cdot GH - |F_{3z}| \cdot OA \\ \bar{M}_y = \sum \bar{m}_y(\vec{F}_i) = 0 + |F_{2x}| \cdot OE + 0 \\ \bar{M}_z = \sum \bar{m}_z(\vec{F}_i) = 0 - |F_{2y}| \cdot EG + |F_{3x}| \cdot OA \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{M}_x = -40 + 50 \cdot 0,5 - 60 \cdot 0,5 = -45\text{Nm} \\ \bar{M}_y = 0 + 50 \cdot 0,5 + 0 = 25\text{Nm} \\ \bar{M}_z = 0 - 50 \cdot 0,5 + 60 \cdot 0,5 = 5\text{Nm} \end{cases}$$



$\vec{F}_1 // Oz$ và cắt Oz

$\vec{F}_3$ cắt Oy

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH

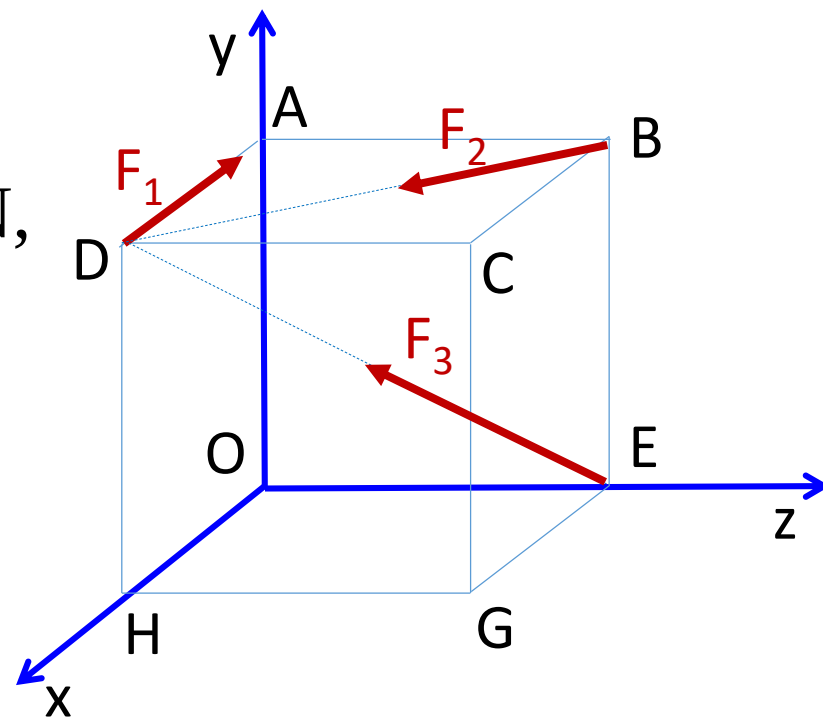
Bài tập áp dụng:

Hình lập phương ABCDOEGH cạnh $a = 0,4\text{m}$.

Tại đỉnh A và G, ta đặt các lực có trị số $F_1 = 100\text{N}$,

$$F_2 = 100\sqrt{2} \text{ N}, F_3 = 100\sqrt{3} \text{ N}$$

- Xác định hình chiếu vector chính của hệ lực đối với hệ trục Oxyz.
- Xác định moment chính của hệ lực đối với hệ trục Oxyz.



2. THU GỌN HỆ LỰC KHÔNG GIAN

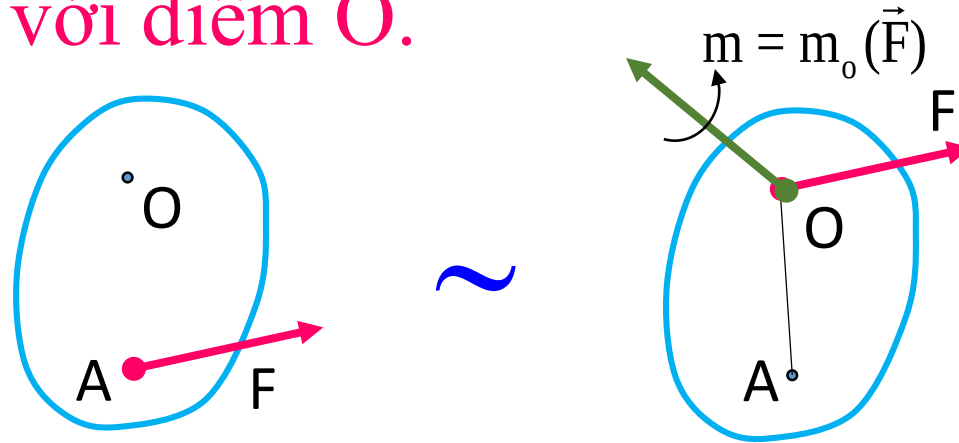
Mục tiêu:

- *Trình bày được định lý dãi lực song song.*
- *Áp dụng định lý dãi lực song song, thu gọn được hệ lực không gian về một tâm.*
- *Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.*

2. THU GỌN HỆ LỰC KHÔNG GIAN

2.1. Định lý dời lực song song:

- Lực $\vec{F}$ đặt tại A tương đương với tác dụng của lực $\vec{F}$ đặt tại O và một ngẫu lực có vector moment bằng vector moment của lực $\vec{F}$ đối với điểm O.



$$\vec{F} \sim [\vec{F}, \bar{m}_0(\vec{F})]$$

2. THU GỌN HỆ LỰC KHÔNG GIAN

2.2. Thu gọn hệ lực không gian về một tâm:

Tương tự như hệ lực phẳng:

➤ Thu gọn hệ lực không gian về một tâm, ta được một hệ lực không gian đồng quy tại điểm thu gọn và một hệ ngẫu lực.

- Hệ lực không gian đồng quy tương đương với **vector chính đặt tại tâm thu gọn**. $\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$ (không phụ thuộc vào tâm thu gọn)

- Hệ ngẫu lực tương đương với **vector moment chính của hệ lực đối với tâm thu gọn**. $\vec{M}_O = \sum_{i=1}^n \vec{m}_O(\vec{F}_i)$ (phụ thuộc vào tâm thu gọn)

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

Mục tiêu:

- Trình bày được điều kiện cân bằng của hệ lực không gian .
- Liệt kê được các phương trình cân bằng của hệ lực không gian .
- Áp dụng thành thạo các dạng phương trình cân bằng để giải các bài tập hệ lực không gian cân bằng .
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

3.1. Điều kiện cân bằng:

*Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là **vecto chính** và **mômen chính** của hệ lực đối với một điểm bất kỳ phải đồng thời bằng không.*

$$\left(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n \right) \sim 0 \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \\ \vec{M}_O = \sum_{i=1}^n \vec{m}_O \left(\vec{F}_i \right) = 0 \end{array} \right\}$$

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA HỆ LỰC KHÔNG GIAN

3.2. Các phương trình cân bằng:

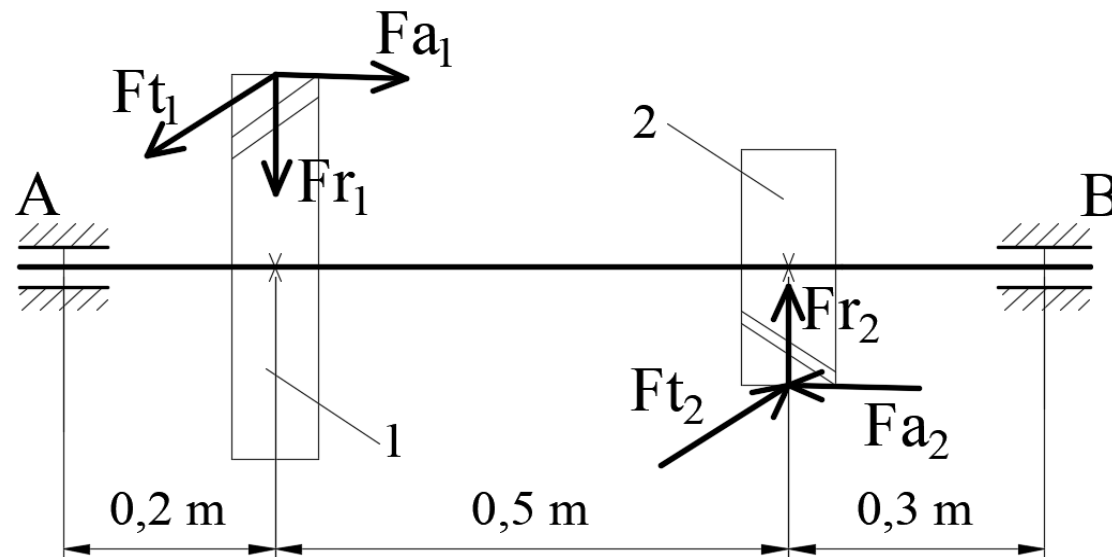
Điều kiện cần và đủ để hệ lực không gian bất kỳ cân bằng là tổng đại số hình chiếu của các lực chiếu lên các trục tọa độ vuông góc và tổng đại số moment của các lực đối với các trục đều bằng không.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0 \\ \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0 \\ \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iz} = 0 \end{array} \right. \quad \text{và} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \bar{m}_x (\vec{F}_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n \bar{m}_y (\vec{F}_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n \bar{m}_z (\vec{F}_i) = 0 \end{array} \right.$$

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

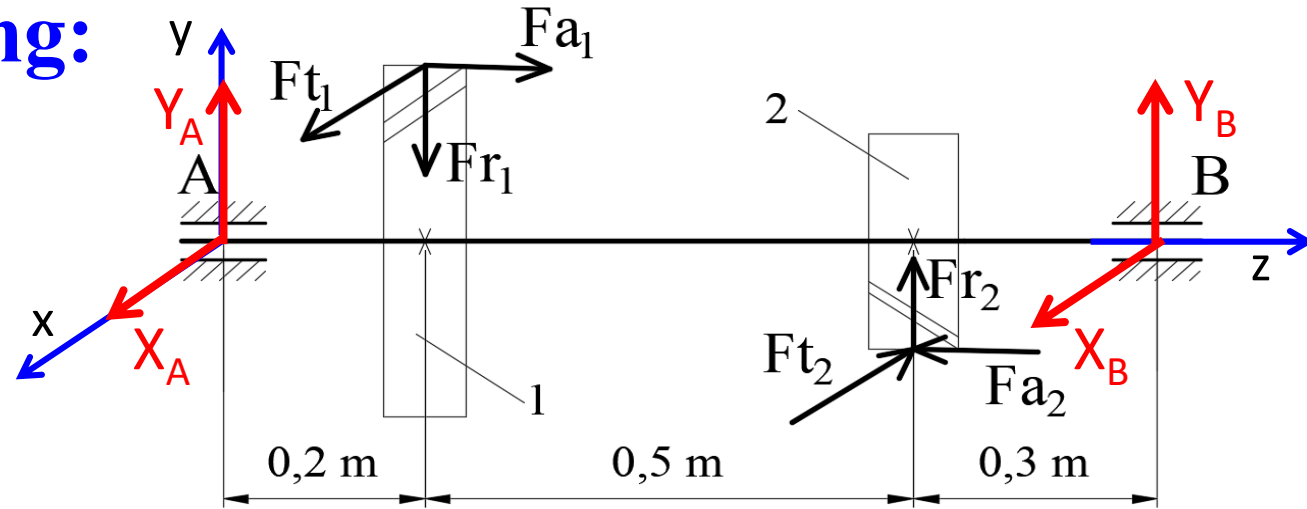
Trục AB lắp 2 bánh răng 1 và 2, được đặt trên 2 ổ trụ A và B, chịu các lực tác dụng như hình vẽ. Xác định phản lực tại ổ trụ A và B. Biết $F_{t1}=50 \text{ kN}$, $F_{r1}=40\text{kN}$, $F_{a1}=25\text{kN}$ và $F_{t2}=80\text{kN}$, $F_{r2}=30\text{kN}$, $F_{a2}=25\text{kN}$ và biết bán kính bánh răng 1 và bán kính bánh răng 2 lần lượt là $r_1=0,08\text{m}$ và $r_2 = 0,05\text{m}$.



3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

Giải:



$$R_x = \sum \bar{F}_{ix} = X_A + F_{t1} - F_{t2} + X_B = 0$$

$$R_y = \sum \bar{F}_{iy} = Y_A - F_{r1} + F_{r2} + Y_B = 0$$

$$M_x = \sum \bar{m}_x(\vec{F}_i) = -F_{r1} \cdot 0,2 + F_{r2} \cdot 0,7 + Y_B \cdot 1 - F_{a1} \cdot r_1 - F_{a2} \cdot r_2 = 0$$

$$M_y = \sum \bar{m}_y(\vec{F}_i) = -F_{t1} \cdot 0,2 + F_{t2} \cdot 0,7 - X_B \cdot 1 = 0$$

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

$$F_{t1} = 50 \text{ kN},$$

$$F_{r1} = 40 \text{ kN},$$

$$F_{a1} = 25 \text{ kN},$$

$$r_1 = 0,08 \text{ m};$$

$$F_{t2} = 80 \text{ kN},$$

$$F_{r2} = 30 \text{ kN},$$

$$F_{a2} = 25 \text{ kN},$$

$$r_2 = 0,05 \text{ m}$$

$$X_A + 50 - 80 + X_B = 0 \quad (1)$$

$$Y_A - 40 + 30 + Y_B = 0 \quad (2)$$

$$-40.0,2 + 30.0,7 + Y_B.1 - 25.0,08 - 25.0,05 = 0 \quad (3)$$

$$-50.0,2 + 80.0,7 - X_B.1 = 0 \quad (4)$$

$$(3) \Rightarrow Y_B = -9,75 \text{ (kN)}$$

$$(2) \Rightarrow Y_A = -39,75 \text{ (kN)}$$

$$(4) \Rightarrow X_B = 46 \text{ (kN)}$$

$$(1) \Rightarrow X_A = -16 \text{ (kN)}$$

Chiều lực $\vec{F}$
 $F_x = \pm F \cdot \cos \alpha$
 $F_y = \pm F \cdot \cos \beta$
 $F_z = \pm F \cdot \cos \gamma$

Chiều hệ lực
 $\bar{R}_x = \sum \bar{F}_{ix}$
 $\bar{R}_y = \sum \bar{F}_{iy}$
 $\bar{R}_z = \sum \bar{F}_{iz}$

Moment lực $\vec{F}$
 $\bar{m}_\Delta(\vec{F}) = \bar{m}_O(\vec{F}')$
 $\bar{m}_O(\vec{F}') = \pm F' \cdot d$

Moment chính
 $\bar{M}_x = \sum \bar{m}_x(\vec{F}_i)$
 $\bar{M}_y = \sum \bar{m}_y(\vec{F}_i)$
 $\bar{M}_z = \sum \bar{m}_z(\vec{F}_i)$

Vector chính $\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$

Moment chính $\vec{M}_O = \sum \vec{m}_O(\vec{F}_i)$

Hệ lực không gian

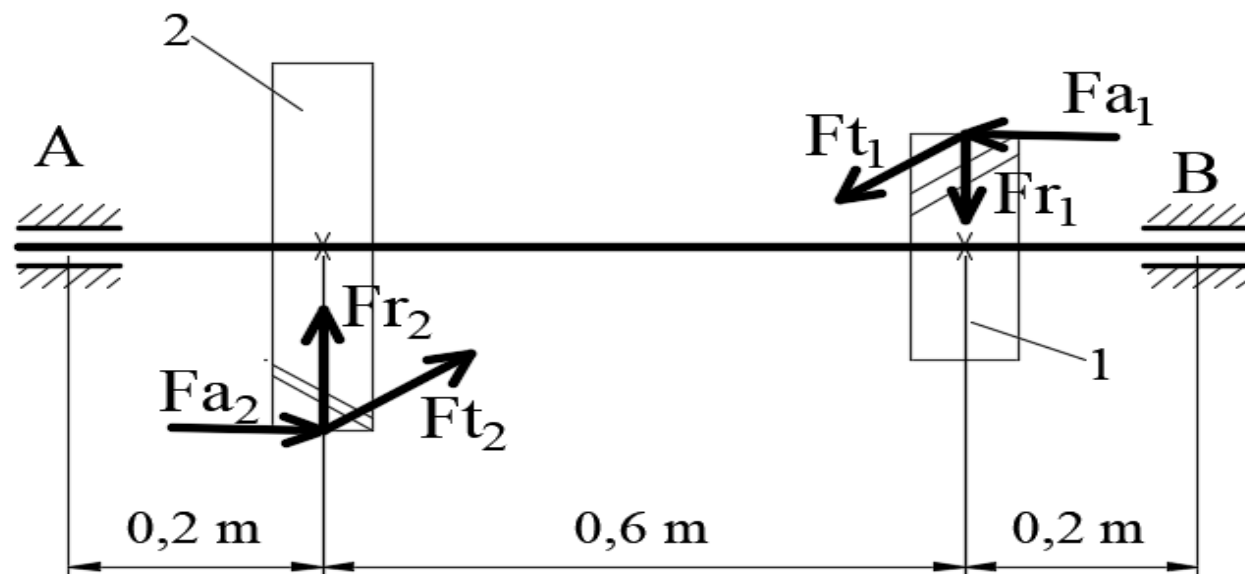
Thu gọn HLKG:
 - Vector chính $\vec{R}$
 - Moment chính $\vec{M}_O$

ĐKCB của HLKG:
 - Vector chính $\vec{R} = 0$
 - Moment chính $\vec{M}_O = 0$

ĐKCB của HLP bất kỳ:
 $R_x = 0; R_y = 0; R_z = 0$
 $M_x = 0; M_y = 0; M_z = 0$

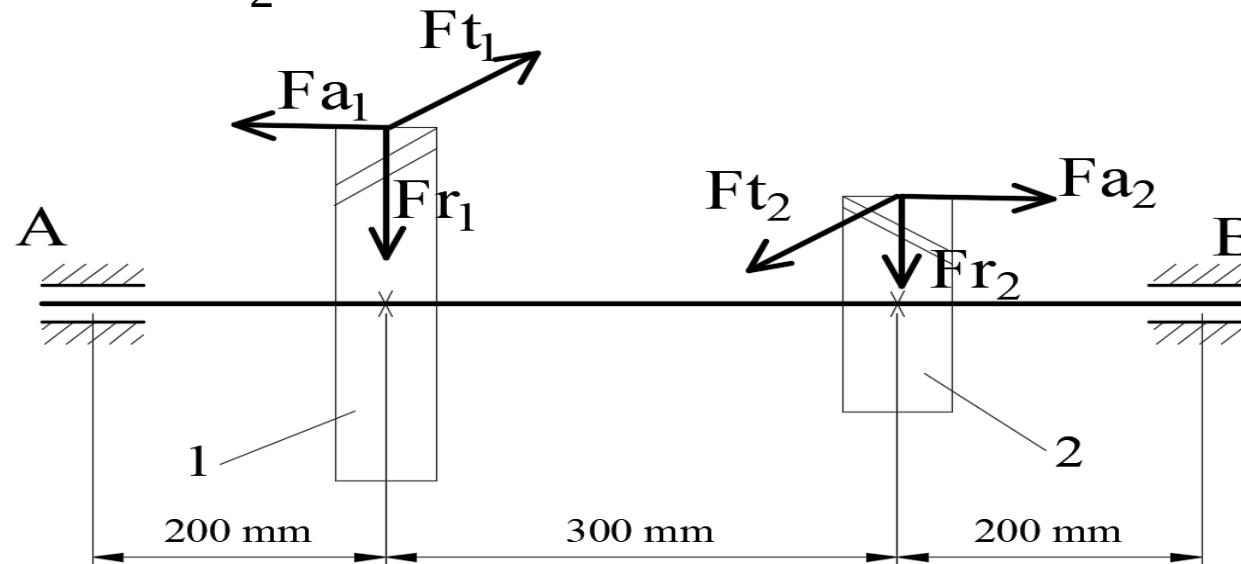
BÀI TẬP CHƯƠNG 3

1. Một trục AB lắp 2 bánh răng 1 và 2, được đặt trên 2 ổ trụ tại A và B, chịu các lực tác dụng như hình vẽ. Xác định phản lực tại các ổ trụ A và B. Biết $F_{t1} = 9000 \text{ N}$, $F_{r1} = 8000 \text{ N}$, $F_{a1} = 4000 \text{ N}$ và $F_{t2} = 12000 \text{ N}$, $F_{r2} = 6000 \text{ N}$, $F_{a2} = 3000 \text{ N}$ và biết bán kính bánh răng 1 và bán kính bánh răng 2 lần lượt là $r_1 = 0,09 \text{ m}$ và $r_2 = 0,05 \text{ m}$.



BÀI TẬP CHƯƠNG 3

2. Một trục AB lắp 2 bánh răng 1 và 2, được đặt trên 2 ổ trụ tại A và B, chịu các lực tác dụng như hình vẽ. Xác định phản lực tại các ổ trụ A và B. Biết $F_{t1} = 50 \text{ kN}$, $F_{r1} = 40 \text{ kN}$, $F_{a1} = 25 \text{ kN}$ và $F_{t2} = 80 \text{ kN}$, $F_{r2} = 30 \text{ kN}$, $F_{a2} = 25 \text{ kN}$ và biết bán kính bánh răng 1 và bán kính bánh răng 2 lần lượt là $r_1 = 80 \text{ mm}$ và $r_2 = 50 \text{ mm}$.



BÀI TẬP CHƯƠNG 3

3. Tấm chữ nhật ABCD có trọng lượng $P=1000\text{N}$ được giữ nằm ngang nhờ liên kết cầu A, bản lề trụ B và thanh CE tạo với phương đứng góc 30° . Tìm phản lực liên kết tại A, B và lực nén thanh CE.
4. Tấm phẳng ABCD chịu lực $P = 5\text{ kN}$ và được giữ bởi 6 thanh như hình vẽ. Bỏ qua trọng lượng tấm và các thanh. Toàn hình có dạng khối lập phương. Xác định ứng lực của các thanh.

