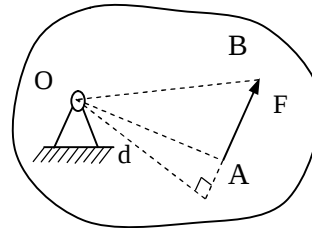


CHƯƠNG II. HỒ LÊ C PHONG**Bài 3. MÔMEN - NGUYÊN LỰC****I. Mômen của một lực đối với một điểm****1. Định nghĩa - Biểu thức**

Mômen của một lực đối với một điểm, ký hiệu $m_o(\vec{F})$, là tích số giữa số đo của lực và cánh tay đòn của lực đối với điểm đó.

$$\overline{m}_o(\vec{F}) = \pm Fd$$

Đơn vị: Nm



H3 - 1

Quy ước:

- $\overline{m}_o(\vec{F}) > 0$ nếu chiều của $\vec{F}$ làm vật quay quanh O ngược chiều kim đồng hồ.

- $\overline{m}_o(\vec{F}) < 0$ nếu chiều của $\vec{F}$ làm vật quay theo chiều kim đồng hồ.

2. Nhận xét

- Mômen lực không phụ thuộc vào điểm đặt lực dọc theo đường tác dụng.

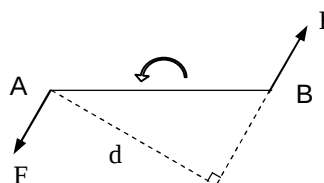
- $\overline{m}_o(\vec{F}) = 0$ khi $F = 0$ và $d = 0$ (đường tác dụng đi qua O).

- $\overline{m}_o(\vec{F}) = 2 S_{\Delta OAB}$

II. Nguyên lý**1. Định nghĩa**

Nguyên lý là một hệ gồm hai lực song song, ngược chiều và có trọng tâm bằng nhau.

Ký hiệu: $(\vec{F}, \vec{F}')$



H3 - 2

2. Các yếu tố xác định nguyên lý

- Một phương tác dụng là một phương chẵn nguyên lý.

- Chiều quay của nguyên lý là chiều quay của vật do nguyên lý gây ra.

- Trục mômen ngưu là tích số giữa trục của lực với cánh tay đòn của ngưu.

$$M = \pm Fd$$

$$\text{Đơn vị: Nm}$$

* Qui ước dấu: - $M > 0$ ngưu quay ngược chiều kim đồng hồ.

- $M < 0$ ngưu quay cùng chiều kim đồng hồ.

3. Tính chất của ngưu

- Tác động của ngưu không thay đổi khi ta di chuyển ngưu trong mặt phẳng tác động của nó.
- Ta có thể biến đổi lực và cánh tay đòn tùy ý, miễn là đảm bảo cho trục mômen và chiều quay không đổi.
- Tổng mômen của hai lực hợp thành ngưu là tổng của các mômen của các lực đó.

4. Hợp lực ngưu phẳng

Hợp lực của các ngưu phẳng cho ta một ngưu phẳng, có mômen bằng tổng của các mômen của các ngưu thành phần.

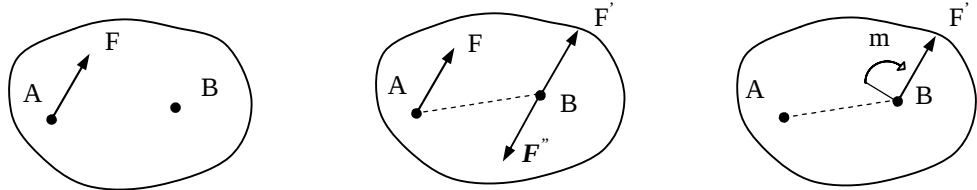
$$M = \overline{m}_1 + \overline{m}_2 + \overline{m}_3 + \dots \overline{m}_n = \sum \overline{m}_i$$

5. Điều kiện cân bằng của hệ ngưu phẳng

“Điều kiện cân bằng của hệ ngưu phẳng là tổng của các mômen của các ngưu thành phần bằng không.”

Bài 4. THU GỌN HỌ LỰC – ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA HỌ LỰC PHÂN NG**I. Thu gọn hệ lực có vận tốc điểm****1. Định lý dời lực**

Tác động của lực lên vật sẽ không thay đổi nếu dời lực đó song song với chính nó tới một điểm bất kỳ thuộc vật, đồng thời ta thêm vào một ngẫu lực có mômen bằng mômen của lực sẽ di chuyển lấy đến vị trí điểm mà lực di chuyển tới.



Chứng minh:

Giả sử cho lực $\vec{F}$ đặt tại A

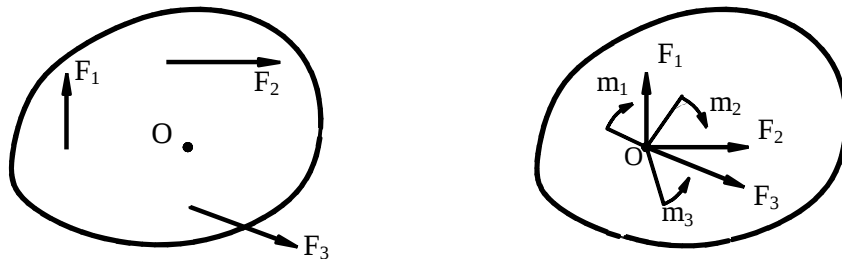
Tới B ta thêm vào hai lực cân bằng $\vec{F}'$, $\vec{F}''$ cùng phương và trái với lực $\vec{F}$

Theo tiên đề II ta có: $(\vec{F}, \vec{F}', \vec{F}'') \sim \vec{F}$

Mà $(\vec{F}, \vec{F}'')$ chính là ngẫu lực. Vậy có nghĩa là: $(\vec{F}' + (\vec{F}, \vec{F}'')) \sim \vec{F}$

2. Vectơ chính và mômen chính của hệ lực

Giả sử ta có hệ lực $(\vec{F}_1, \dots, \vec{F}_n)$. Áp dụng định lý dời lực, dời tất cả các lực thuộc hệ về điểm O.



Kiểm tra của phép dời lực là tại O, ta sẽ được các moment hệ lực đồng quy và một hệ ngẫu lực phẳng.

- Hệ phẳng lực đồng quy ta có:

$$\vec{R}_O = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

$$\text{hay } \vec{R}_O = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

$\vec{R}_O$ được gọi là vectơ chính của hệ lực

- Hệ phẳng ngẫu lực phẳng ta có:

$$M_O = \sum_{i=1}^n \overline{m}_O(\vec{F}_i)$$

M_O được gọi là mômen chính của hệ lực

- O điểm gốc là tâm thu gọn

Khi thay đổi tâm thu gọn thì

- Vectơ chính không đổi theo tâm thu gọn
- Mômen chính thay đổi theo tâm thu gọn

3. Các dạng bài tập về cân bằng

Trong phần trên ta đã biết: Thu gọn hệ phương trình về một điểm, ta được các điểm thu gọn mômen vectơ chính và mômen chính.

Như:

- $\bar{M}_O = 0$, $\bar{R}_O = 0 \Rightarrow$ hệ cân bằng
- $\bar{M}_O \neq 0$, $\bar{R}_O = 0 \Rightarrow$ hệ đang đứng về một hướng
- $\bar{M}_O = 0$, $\bar{R}_O \neq 0 \Rightarrow$ hệ đang đứng về một hướng
- $\bar{M}_O \neq 0$, $\bar{R}_O \neq 0 \Rightarrow$ hệ đang đứng về một hướng và một hướng

II. Điều kiện cân bằng của hệ phương trình

1. Định lý

Điều kiện cần và đủ để hệ phương trình bất kỳ cân bằng là vectơ chính $\bar{R}_O$ và mômen chính $\bar{M}_O$ của hệ bằng 0 về một tâm thu gọn bất kỳ đều bằng không.

$$\bar{R}_O = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$$

$$\bar{M}_O = \sum_{i=1}^n \vec{m}_O(\vec{F}_i) = 0$$

2. Phương trình cân bằng

Từ điều kiện cân bằng của hệ phương trình: $\bar{R}_O = 0$; $\bar{M}_O = 0$

Ta có các phương trình cân bằng của hệ phương trình như sau:

Dạng 1:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} &= 0 \\ \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} &= 0 \\ \sum_{i=1}^n \vec{m}_O(\vec{F}_i) &= 0 \end{aligned}$$

Dạng 2:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} &= 0 \\ \sum_{i=1}^n \vec{m}_A(\vec{F}_i) &= 0 \\ \sum_{i=1}^n \vec{m}_B(\vec{F}_i) &= 0 \end{aligned}$$

Dạng 3:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \vec{m}_A(\vec{F}_i) &= 0 \\ \sum_{i=1}^n \vec{m}_B(\vec{F}_i) &= 0 \\ \sum_{i=1}^n \vec{m}_C(\vec{F}_i) &= 0 \end{aligned}$$

Phương trình Ox không $\perp$ với AB

A, B, C không thẳng hàng

3. Cân bằng với các hệ lực phẳng đồng quy

a. Hệ lực đồng quy

Chọn gốc tọa độ là điểm đồng quy của tất cả các đường tác động của lực trong hệ lực. Hệ 3 phương trình cân bằng trên chỉ còn 2 phương trình.

$$\begin{aligned}\sum X &= 0 \\ \sum Y &= 0\end{aligned}$$

b. Hệ lực song song

Giả sử ta có hệ lực $(\vec{F}_1, \dots, \vec{F}_n)$ song song với trục X (hoặc trục Y). Hệ 3 phương trình trên còn lại 2 phương trình.

$$\begin{aligned}\sum X &= 0 & \text{hoặc} & & \sum Y &= 0 \\ \sum \bar{m}_A(\vec{F}_i) &= 0 & & & \sum \bar{m}_A(\vec{F}_i) &= 0\end{aligned}$$

(trùng hợp các lực // trục OX)

(trùng hợp các lực // trục OY)

4. Điều kiện cân bằng của vật rắn không biến dạng

Trên vật rắn không biến dạng, ngoài các lực chủ động tác động lên vật rắn còn có các phản lực liên kết. Giả sử phóng liên kết ta có vật tự do cân bằng chịu tác động của trọng lực có lực tác động và phản lực liên kết.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phát biểu và vẽ minh họa định lý d'Alembert?
2. Nêu cách thu gọn hệ lực phẳng bất kỳ về một tâm, kết quả thu được? Các trường hợp đặc biệt xảy ra và cách nhận biết?
3. Vật tự do chịu tác động của hệ lực phẳng bất kỳ có thể chuyển động như thế nào?
4. Nêu các dạng phương trình của hệ lực phẳng bất kỳ?
5. Bài toán hệ lực phẳng bất kỳ cân bằng giải được như các phương trình cân bằng khi nào đã có mấy yêu cầu chưa biết? Vì sao?
6. Định nghĩa vectơ chính của hệ lực phẳng? Phương pháp xác định vectơ chính của hệ lực phẳng?
7. Trình bày cách xác định mômen của lực đối với một điểm – mômen của hệ lực phẳng đối với một điểm?
8. Kết quả thu gọn hệ lực phẳng về một tâm cho được? Phương pháp xác định lực thu gọn và ngẫu lực thu gọn về một tâm?
9. Các dạng phương trình cân bằng của hệ lực phẳng?
10. Phương pháp bài toán cân bằng của một vật của hệ vật?