

PHẦN I. TĨNH HỌC

CHƯƠNG I

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ CÁC TIÊN ĐỀ TĨNH HỌC

Bài 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

I. Các khái niệm cơ bản

1. Vật rắn tuyệt đối

Vật rắn tuyệt đối là tập hợp các chất điểm mà khoảng cách giữa hai điểm bất kỳ thuộc vật luôn luôn không đổi.

(Vật rắn tuyệt đối là vật có hình dáng hình học luôn luôn không đổi trong quá trình chuyển động).

2. Trạng thái cân bằng của vật rắn

Là trạng thái vật rắn đứng yên hoặc chuyển động đều so với một vật khác được chọn làm chuẩn (hệ quy chiếu). Trong tĩnh học, hệ quy chiếu được chọn phải thỏa mãn định luật quán tính của Newton (hệ quy chiếu đứng yên tuyệt đối), cân bằng như vậy được gọi là cân bằng tuyệt đối.

3. Lực

a. Định nghĩa

Lực là tác động tương tác giữa các vật mà kết quả gây nên sự thay đổi hình dáng và trạng thái chuyển động của các vật đó.

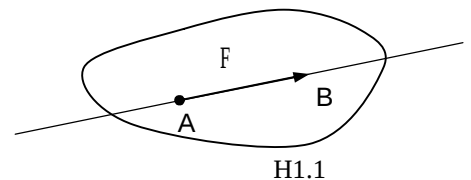
Lực được ký hiệu bằng các chữ in hoa có mũi tên ở trên: $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}, \vec{S}, \vec{T}$

b. Đơn vị

Đơn vị của lực là Newton (N).

$$1\text{KN} = 10^3 \text{ N}$$

$$1\text{MN} = 10^3 \text{ KN} = 10^6 \text{ N}$$



c. Các yếu tố xác định lực

Lực là đại lượng vectơ được xác định bởi ba yếu tố:

- . Điểm đặt
- . Phương chiều
- . Trượt

d. Cách biểu diễn lực

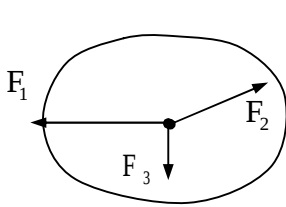
Vectơ lực có:

- . Góc trùng với điểm đặt lực.
- . Hướng (phương chiều) trùng với hướng của lực.
- . Độ dài tỉ lệ với trượt của lực.

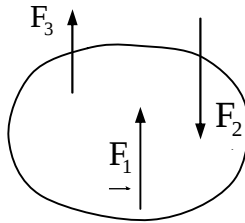
Định nghĩa chung về vectơ là gì là định nghĩa tác động học.

II. Các định nghĩa khác

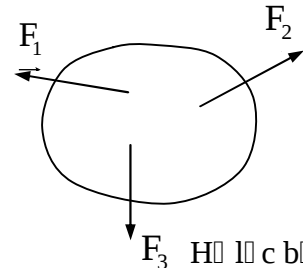
1. **Hợp lực:** Là tập hợp nhiều lực cùng tác động lên một vật.



H1.2.1 Hợp lực đồng quy



H1.2.2 Hợp lực song song

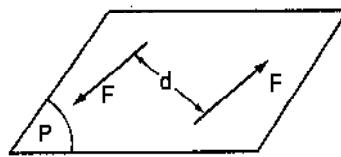


H1.2

Hợp lực ký hiệu: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$

2. **Ngẫu lực:** là hệ gồm có hai lực song song, ngược chiều và cùng cường độ

Một ngẫu lực để xác định bài các yếu tố sau:



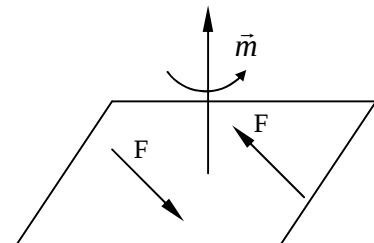
H1 - 3

- Một phẳng tác động của ngẫu lực: là một phẳng chia hai lực thành phần của ngẫu lực (gọi tắt là một phẳng ngẫu lực)
- Chiều quay của ngẫu lực trong một phẳng ngẫu lực (cùng hay ngược chiều kim đồng hồ)
- Cường độ tác động của ngẫu lực để xác định bài tích số $F.d$ để gọi là trục mômen ngẫu lực. Trong đó F là trục của các lực thành phần, d là khoảng cách vuông góc giữa hai lực thành phần, để gọi là cánh tay đòn của ngẫu lực.

Đơn vị ngẫu lực: Nm và các bài số của nó là KNm, MNm

o Trong không gian: Ngẫu lực để biểu diễn bằng vectơ mômen ngẫu lực, ký hiệu là $\vec{m}$, để xác định như sau:

- Phương: vuông góc với mặt phẳng ngẫu lực.
- Chiều nhìn từ ngoài xuống gốc vectơ thay chiều quay của ngẫu lực ngược chiều quay kim đồng hồ.
- Môđun của vectơ mômen ngẫu lực bằng trục mômen ngẫu lực.



Quy ước: gốc vectơ $\vec{m}$ nằm trên mặt phẳng ngẫu lực.

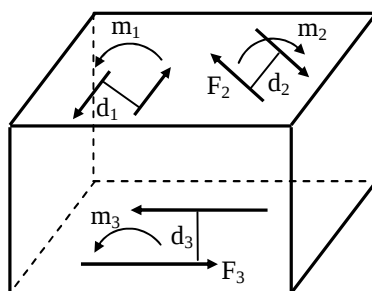
H1 - 4

- o Trong trờ ng hỏ p các ngỏ u lỏ c tác đờ ng trong cùng mỏ t mỏ t phỏ ng hoỏ c trong các mỏ t phỏ ng song song vớ i nhau, ngỏ u lỏ c đờ đỏ c biỏ u điỏ n qua mô men đờ i sỏ ngỏ u lỏ c, ký hiỏ u $\vec{m} = \pm F \cdot d$

Quy ỏ c: $m > 0$ khi chiỏ u quay ngỏ u lỏ c ngỏ đỏ c chiỏ u kim đờ ng hỏ .

$m < 0$ trong trờ ng hỏ p ngỏ đỏ c lỏ i.

Vớ đỏ :



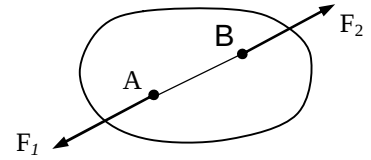
H1-5

Bài 2. CÁC TIÊN ĐỀ TÍNH HỌC

1. Tiên đề 1 (Tiên đề về hai lực cân bằng)

Điều kiện cần và đủ để hai lực tác dụng lên một vật rắn cân bằng là chúng phải trái ngược nhau.

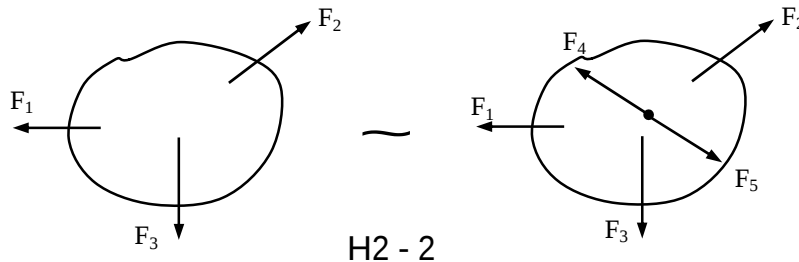
H2 - 1



2. Tiên đề 2 (Tiên đề về thêm hoặc bớt hai lực cân bằng)

Tác dụng của hai lực cân bằng lên một vật rắn không thay đổi nếu ta thêm vào hoặc bớt đi những cặp lực cân bằng.

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3) \sim (\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5) \quad (2.1)$$

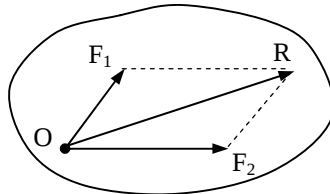


H2 - 2

3. Tiên đề 3 (Tiên đề về hình bình hành)

Hai lực đồng quy tại một điểm tác dụng đồng quy với một lực đồng quy tại điểm đó và đồng quy biểu diễn bằng vectơ đồng quy chéo hình bình hành mà hai cạnh là hai lực đã cho.

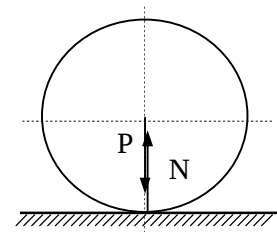
$$\vec{R} \sim (\vec{F}_1, \vec{F}_2) \text{ hay } \vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (2.2)$$



H2 - 3

4. Tiên đề 4 (Tiên đề về lực tác dụng và phản lực tác dụng)

Lực tác dụng và phản lực là hai lực trái ngược nhau.

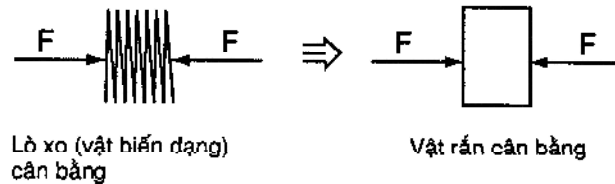


H2 - 4

Chú ý: Lực tác động và phản lực tác động không phải là hai lực cân bằng vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

5. Tiên đề 5 (Tiên đề hoá rắn).

Một vật biến dạng đã cân bằng dưới tác động của một hệ lực thì khi hoá rắn nó vẫn cân bằng.



H2 - 5

Như vậy hệ lực tác động lên “vật biến dạng cân bằng” cũng thỏa mãn các điều kiện của hệ lực tác động lên vật rắn cân bằng. Do đó có thể sử dụng các kết quả khảo sát đối với vật rắn cân bằng cho trường hợp vật rắn biến dạng cân bằng. Tuy nhiên nó chỉ là điều kiện cần chứ không phải là điều kiện đủ. Để khảo sát bài toán cân bằng vật rắn biến dạng, ngoài ra kết quả nhận được khi khảo sát vật rắn cân bằng, cần thêm vào các giả thiết về biến dạng.

Bài 3. LIÊN KẾT – PHÂN LẬP C LIÊN KẾT

I. Khái niệm về vật tự do và vật chịu liên kết

- Vật tự do khi nó có thể thực hiện chuyển động tùy ý theo mọi phương trong không gian mà không bị cản trở.
- Vật chịu liên kết (vật không tự do) khi nó có một vài phương chuyển động bị cản trở (còn gọi là vật khố sát).
- Vật gây ra sự cản trở chuyển động của vật khố sát gọi là vật gây liên kết.

* Do tác động tổng hợp:

- Vật khố sát tác động lên vật gây liên kết một lực gọi là lực tác động.
- Vật gây liên kết tác động lên vật khố sát một lực gọi là phản lực liên kết.
- Hướng di chuyển bị cản trở chuyển động của vật khố sát gọi là liên kết.

* Phản lực liên kết có những tính chất sau:

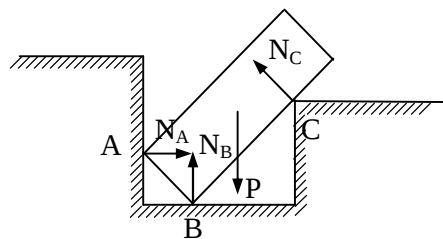
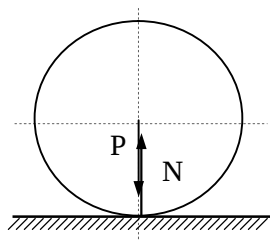
- Phản lực liên kết bao giờ cũng đặt vào vật khố sát, tức là tiếp xúc giữa hai vật.
- Phản lực liên kết cùng phương, ngược chiều với chiều chuyển động bị cản trở của vật khố sát.
- Trượt của phản lực liên kết phụ thuộc vào lực tác động lên vật khố sát.

II. Một số liên kết thường gặp

1. Liên kết tựa (không có ma sát) hay Liên kết hoàn toàn trơn

Vật khố sát tựa trên vật gây liên kết. Phản lực liên kết có phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung giữa vật khố sát và vật gây liên kết, có chiều hướng vào vật khố sát.

Ký hiệu $\vec{N}$, trượt N chia biệt.

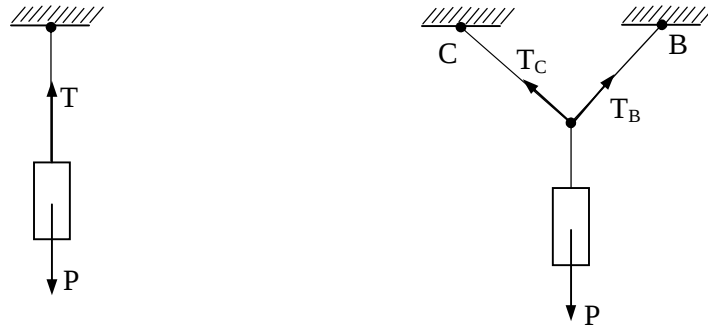


H3 - 1

2. Liên kết dây mềm

Vật gây liên kết là dây treo cản trở vật rơi. Phản lực liên kết có phương dọc theo dây và ngược chiều kéo căng.

Ký hiệu $\vec{T}$, trỏ S T chĩa biểnt.

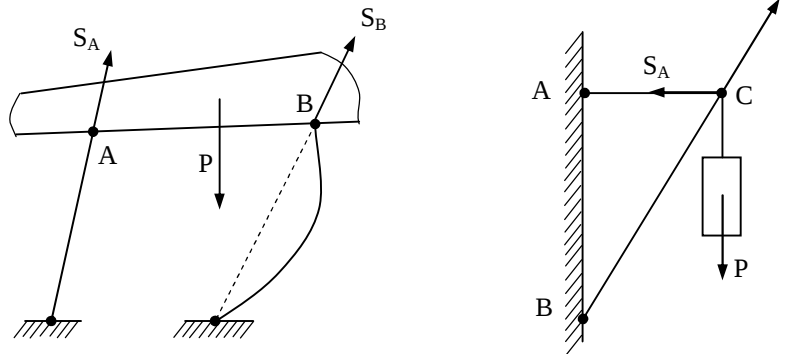


Hình 3.2

3. Liên kết thanh cứng

Vật gây liên kết là nhữn thanh thẳng hay cong, không bị biến dõng. Phõn lĩc liên kết có phõn õng dõc theo thanh, có chỉũ hõn õng vào vậtkhĩo sắ.

Ký hiệu $\vec{S}$, trỏ S chĩa biểnt.



H3 - 3

4. Liên kết bản lề: Có hai loĩ

a. Liên kết bản lề di dõng

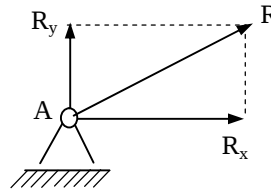
- Phõn lĩc giõn phõn lĩc liên kết tĩ a, đĩt tĩi tâm bản lề.
- Ký hiệu $\vec{R}$, trỏ R chĩa biểnt.



H3 - 4

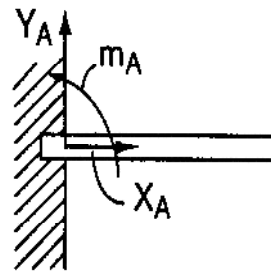
b. Liên kết bản lề cố định

- Bản lề cố định còn trên vật khớp sát chuyển động theo phương ngang và phương thẳng đứng. Do đó phản lực liên kết có hai thành phần $\vec{R}_x$ và $\vec{R}_y$.



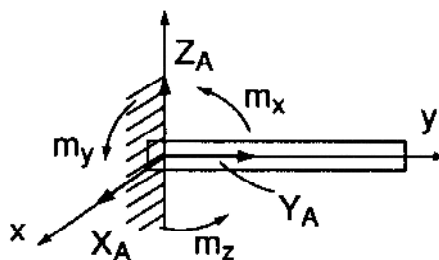
H3 – 5

Liên kết ngàm: là liên kết khi vật đỡ ở nơi cắm vào mặt vật khác. Trong trường hợp ngàm phẳng, phản lực liên kết gồm hai lực vuông góc với nhau và mômen ngàm nằm trong mặt phẳng chứa hai lực.



H3 - 6

Đối với ngàm không gian, phản lực liên kết gồm ba thành phần lực vuông góc với nhau (đọc theo ba trục tọa độ) và ba thành phần ngàm nằm trong mặt phẳng tọa độ.



H3 - 7

Khi khớp sát vật rắn, ta phải tách vật rắn ra khỏi liên kết và xác định hình thức tác động lên vật rắn đó. Hình thức tác động gồm các lực cho và các phản lực liên kết.

Muốn thế, ta nên thay các liên kết bằng các phản lực liên kết tương ứng, công việc đó gọi là giải phóng liên kết. Sau khi giải phóng liên kết, vật khớp sát được coi như vật rắn tự do cân bằng chịu tác động của hình thức gồm các lực cho và các phản lực liên kết.

III. Tiên đề 6: Tiên đề giải phóng liên kết

“Vật chịu liên kết có thể xem là vật tự do nếu thay thế tác động của vật gây liên kết lên vật khảo sát bằng các phản lực liên kết tương ứng”

Bài 4. CÁC HẸP QU

I. HẸP QU 1

Tác động của lực không thay đổi khi ta chuyển lực dọc theo đường tác động của nó (lực được coi là vectơ trượt)

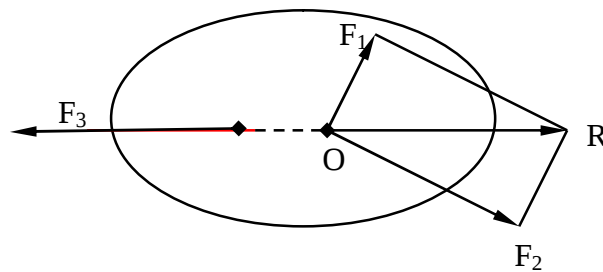
II. HẸP QU 2

Với một hệ lực cân bằng thì một lực bất kỳ thuộc hệ lực này là hợp lực của các lực còn lại.

$$\begin{aligned}(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) &\sim 0 \\ -\vec{F}_1 &\sim (\vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)\end{aligned}\quad (4.1)$$

III. Định lý ba lực cân bằng

“Ba lực cân bằng cùng nằm trong một mặt phẳng, nếu không song song thì đường tác động phải đồng quy tại một điểm”.



H 4-1

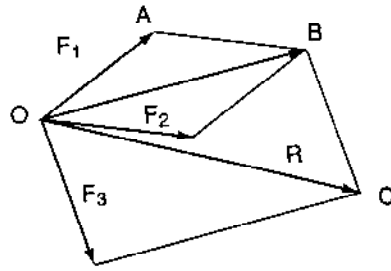
* Chứng minh

$$\begin{aligned}\vec{F}_1, \vec{F}_2 \text{ đồng quy nên } (\vec{F}_1, \vec{F}_2) &\sim \vec{R} \\ \text{Vì } (\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3) &\sim 0 \text{ nên } (\vec{R}, \vec{F}_3) \sim 0\end{aligned}$$

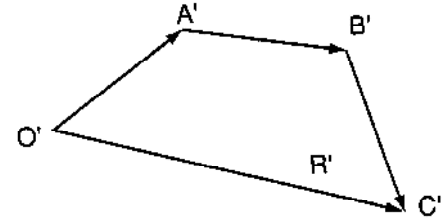
Theo tiên đề 1 thì $(\vec{R} \& \vec{F}_3)$ là hai lực có cùng đường tác động nên chúng đồng quy nhau.

IV. Hợp các lực đồng quy

Giả sử có hệ lực đồng quy tại O (trường hợp hợp lực có đường tác động gặp nhau tại O thì áp dụng hợp lực 1 để đưa về đồng quy tại O). Từ tiên đề 3, ta tìm được hợp lực $\vec{R}$ của hệ lực.



H4 - 2



H4 - 3

Họ p l c đi qua đi m đ ng qui O và có vect h p l c

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

$$\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{R}_i \quad (4.2)$$

Đ xác đ nh vect c a h p l c, ta có th s đ ng ph ng pháp v ho c ph ng pháp xác đ nh hình chi u c a nó trên ba tr c t a đ vuông góc.

1. Ph ng pháp v

T m t đi m O' b t kỳ trong m t ph ng ch a đ ng tác đ ng c a l c, l n l t đ t liên t p các vect sao cho song song, cùng chi u, cùng tr s v i các l c thành ph n. Họ p l c đ c bi u di n b ng vect khép kín c a đa giác l c đ c xây đ ng b i các vect đã v trên (H4 - 3).

Vect khép kín $\vec{R}'$ c a đa giác l c xu t phát t m t đi m O' b t kỳ đ c g i là vect chính c a h l c.

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

T đó ta có đ nh lý 4.2: Họ p l c c a h l c đ ng quy đ c bi u di n b ng vect chính c a h l c đ t t i đi m đ ng quy.

2. Ph ng pháp chi u l c

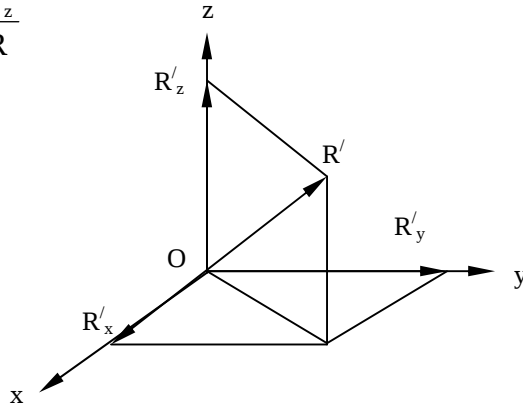
Chi u 2 v c a đ ng th c vect $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ lên 3 tr c t a đ vuông góc, ta đ c:

$$\begin{aligned} R_x &= \overline{F}_{1x} + \overline{F}_{2x} + \dots + \overline{F}_{nx} = \sum_{i=1}^n \overline{F}_{ix} \\ R_y &= \overline{F}_{1y} + \overline{F}_{2y} + \dots + \overline{F}_{ny} = \sum_{i=1}^n \overline{F}_{iy} \\ R_z &= \overline{F}_{1z} + \overline{F}_{2z} + \dots + \overline{F}_{nz} = \sum_{i=1}^n \overline{F}_{iz} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Đó là ba hình chi u c a vect h p l c lên 3 tr c t a đ vuông góc. T đó có th xác đ nh đ c tr s, ph ng, chi u c a vect h p l c:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \quad (4.4)$$

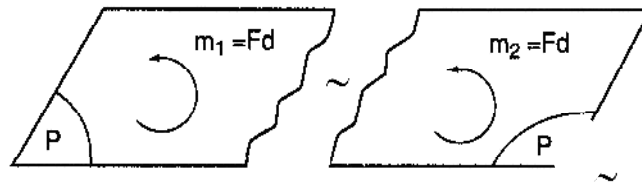
$$(4.5) \left\{ \begin{array}{l} \cos \alpha = \frac{R_x}{R} \\ \cos \beta = \frac{R_y}{R} \\ \cos \gamma = \frac{R_z}{R} \end{array} \right. \quad (\alpha, \beta, \gamma \text{ là các góc hợp bởi } \vec{R} \text{ với các trục } Ox, Oy, Oz)$$



H4 - 4

V. Các định lý biến đổi ngẫu nhiên

Định lý 4.3: Hai ngẫu nhiên cùng nằm trong mặt phẳng, có cùng chiều quay và cùng trục song song (tức cùng mômen đối trục) thì tương đương ngẫu nhiên.



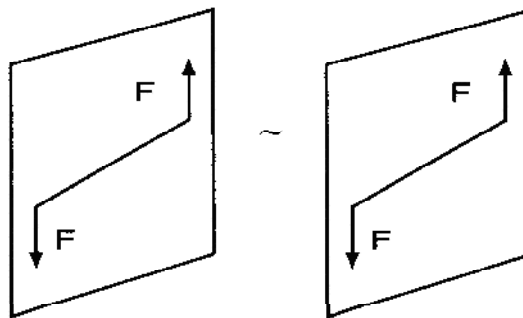
H4 - 5

Từ định lý này có thể suy ra hai hệ quả:

Hệ quả 1: Tác động ngẫu nhiên không thay đổi khi dời tùy ý nó (giữ nguyên chiều quay và trục song song mômen) trong mặt phẳng ngẫu nhiên.

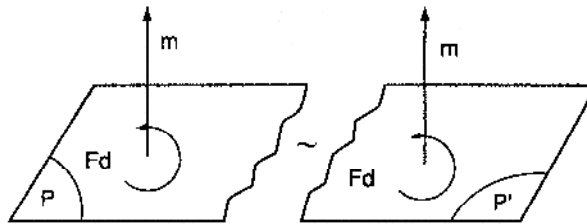
Hệ quả 2: Có thể thay đổi tay đòn của ngẫu nhiên mà tác động của nó không thay đổi, nếu giữ nguyên chiều quay và trục song song mômen.

Định lý 4.4: Tác động ngẫu nhiên không thay đổi khi dời nó đến những mặt phẳng song song.



H4 - 6

Định lý 4.5 : Hai ngẫu lực có cùng vectơ mômen thì tương đương nhau.



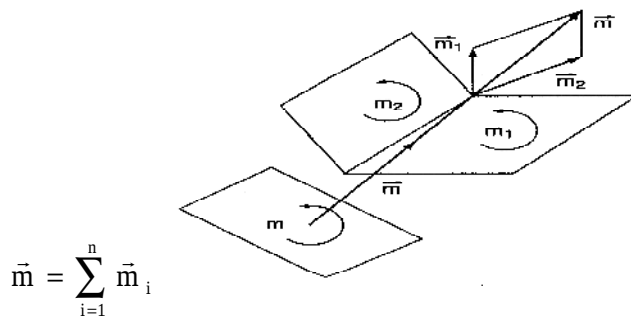
H4 - 7

Như vậy, tác động của ngẫu lực hoàn toàn được đặc trưng bằng vectơ mômen ngẫu lực $\vec{m}$.

Trong trường hợp riêng, khi xét tác động của ngẫu lực trong mặt phẳng thì tác động của nó hoàn toàn được đặc trưng bằng mômen đối với ngẫu lực.

$$\overline{m} = \pm Fd$$

Định lý 4.6: Hợp các ngẫu lực được cùng một ngẫu lực có vectơ mômen bằng tổng các vectơ mômen của các ngẫu lực đã cho.



H4 - 8

Trường hợp đặc biệt: Hợp các ngẫu lực nằm trong cùng một phẳng, ta được cùng một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng đã cho, có mômen đối với trục bằng tổng các mômen đối với trục của các ngẫu lực đã cho.

$$\overline{m} = \sum_{i=1}^n \overline{m}_i \quad (4.6)$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu các khái niệm cơ bản về lực và hệ lực. Trình bày hệ thống các tiên đề tĩnh học – ý nghĩa và vai trò của từng tiên đề.
2. Định nghĩa liên kết và phản lực liên kết. Nêu phương pháp xác định các phản lực liên kết.
3. Nêu các phép biến đổi tương đương về lực. Tại sao lực được biểu diễn bằng vectơ trượt?

4. Định nghĩa ngẫu lực. Các yếu tố đặc trưng của ngẫu lực. Nêu các phép biến đổi tịnh tiến đối ngẫu lực? Mômen đối trục của ngẫu lực? Véc tơ mômen ngẫu lực? Tại sao ngẫu lực được biểu diễn bằng 1 véc tơ duy nhất?
5. Xác định ngẫu lực tịnh tiến đối ngẫu với hệ ngẫu lực đã cho (trọng trường ngẫu lực phẳng, hệ ngẫu lực không gian).
6. Thế nào là vật rắn tuyệt đối? Khi nào có thể xem vật là vật rắn tuyệt đối?
7. Lực là gì? Nêu các yếu tố xác định lực và trình bày cách biểu diễn lực?
8. Hai hệ lực cân bằng có tịnh tiến đối nhau không? Vì sao?
9. Nêu và giải thích các tiên đề tĩnh học?
10. Cho hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cùng đặt tại điểm O.
 - Với góc α bằng bao nhiêu thì hợp lực $\vec{R}$ có trục song song nhất?
 - Đặt thêm vào điểm O lực $\vec{F}_3$ như thế nào thì hệ $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3)$ cân bằng?
11. Vì sao lực tác động và lực phản tác động không phải là hai lực cân bằng?
12. Liên kết là gì? Phân loại liên kết là gì? Nêu các tính chất của phân loại liên kết?
13. Biểu diễn các liên kết thông qua sơ đồ trên hình vẽ. Xác định phân loại các liên kết đó?
14. Giải phóng liên kết là gì? Phát biểu tiên đề giải phóng liên kết?
15. Ngẫu lực là gì? Vì sao nói ngẫu lực không tịnh tiến đối ngẫu với một lực?
16. Trục mômen ngẫu lực và mômen ngẫu lực có gì khác nhau? Cho ví dụ cụ thể?
17. Hãy chứng minh: “Trục mômen ngẫu lực bằng hai lần diện tích tam giác lập bởi một lực của ngẫu lực và điểm đặt của lực kia”.
18. Hãy lấy những ví dụ chứng tỏ rằng ngẫu lực chỉ sinh ra tác động quay.
19. Nêu các tính chất của ngẫu lực?
20. Nêu điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng?
21. Tác động của một lực có gì khác với tác động của một ngẫu lực?

