

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO



GIÁO TRÌNH
CƠ KỸ THUẬT

NGHỀ: CẮT GỌT KIM LOẠI

(Lưu hành nội bộ)

TP.HCM - 2010

GIỎI THIỆU VỀ MÃ ẢUN

Về trang web của chúng tôi, vai trò của chúng tôi :

Môđun cơ kỹ thuật là một môđun cơ sở, là một phần kiến thức không thể thiếu trong việc đào tạo hình thành tay nghề 1 thợ điện dân dụng.

Trong khi học môđun cơ kỹ thuật học sinh phải đ- ợc học qua các môn học: Toán lớp 10, vật lý 9

Môđun cơ kỹ thuật giúp cho học sinh có các kiến thức tổng quát về cơ học, làm cơ sở cho các môn học chuyên ngành ...

Mục tiêu của chúng tôi:

Học xong chúng tôi này học viên sẽ:

- Phân tích đ- ợc lực liên kết, đặt lực tác dụng.
- Giải đ- ợc các bài toán tĩnh định lực tác dụng đơn giản, bằng các ph- ơng trình lực tác dụng.
- Xác định đ- ợc trọng tâm của vật rắn.
- Phân tích và xác định lực ma sát
- Tính toán công, công suất

Học xong chúng tôi này học viên có khônønøg:

- Phân tích đ- ợc lực liên kết và lực tác dụng.
- Lập đ- ợc các ph- ơng trình tính toán về lực, mômen .
- Xác định đ- ợc trọng tâm vật rắn đồng chất đơn giản, đối xứng.
- Phân tích và xác định đ- ợc lực ma sát tác dụng lên vật
- Giải đ- ợc bài toán bằng ph- ơng pháp bảo toàn năng l- ợng để tính công, công suất.

Nội dung chính của chúng tôi:

Kinh nghiệm:

BÀI 01: CƠ CƠ KHÍ NỘM CƠ BỘN VŨ CƠ HỌC LÝ THUYẾT

2.1. Vật rắn tuyệt đối

2.2. Lực và hệ lực

BÀI 02: CƠ CƠ TIỀN ẨU TỰ HỌC

2.1. Tiên đề 1: Hai lực cân bằng

2.2. Tiên đề 2: Thêm hoặc bớt đi 1 hệ lực cân bằng

2.3. Tiên đề 3: Hợp 2 lực

2.4. Tiên đề 4: Tác dụng và phản tác dụng của lực

2.5. Tiên đề 5: Hoá rắn.

BÀI 03: LIỀN KẾT VÀ PHÂN LỌC LIỀN KẾT

3.1. Một số khái niệm về liên kết

3.2. Một số liên kết thường gặp

3.3. Tiên đề giải phóng liên kết

BÀI 4 LÝ THUYẾT VŨ MÔN LỌC

4.1. Mô men lực đối với một điểm

4.2. Mô men lực đối với một trục

BÀI 05: HỌC LÝ VÀ ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA HỌC LÝ

5.1. Hai đặc trưng cơ bản của hệ lực

5.2. Thu gọn hệ lực

5.3. Điều kiện cân bằng và hệ phương trình cân bằng của hệ lực không gian

5.4. Điều kiện cân bằng và hệ phương trình cân bằng của hệ lực phẳng

BÀI 06: BÀI TỔNG HỢP VỐT

6.1. Khái niệm các bài toán về hệ vật

6.1.1. *Bài toán Đơn*

6.1.2. *Bài toán hố vòt*

6.2. Phương pháp giải các bài toán về hệ vật

BÀI 07: MA SẮT

7.1. Ma sát trượt

7.2. Ma sát lăn

7.3. Phương pháp giải các bài toán về ma sát

BÀI 08: TRẠNG TÂM CỦA VỐT RƠI

8.1. Công thức tính trọng tâm một số hình phẳng đơn giản

8.1.1. *Phép nghĩa*

8.1.2. *Toán tính trọng tâm của hình phẳng*

8.2. Các phương pháp xác định trọng tâm

8.3. Phương pháp thực nghiệm.

BÀI 09: CHUYỂN ĐỘNG CỦA BỘN CỦA VỐT RƠI

9.1. Chuyển động tịnh tiến

9.2. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định

9.3. Chuyển động song phẳng của vật rắn

BÀI 10: CÔNG-CƠNG SUẤT-ĂNG NÔNG-THÔN NÔNG-ĂNG LỰC

10.1. Công

10.2. Công suất:

10.3. Động năng

10.4. Thể năng.

KỸ NỐNG:

- Phân tích lực liên kết và lực tác dụng.
- Lập các phương trình tính lực và mômen, trọng tâm, ma sát, công và công suất.
- Áp dụng để ứng vào các trường hợp thực tế

CƠ C HỌC TỐP TRẦN I TRONG MÔ ÁU

Học tập 1 : Học tốp trần I

- Các khái niệm cơ bản về cơ học vật rắn, cách phân tích lực liên kết, lực tác dụng...
- Các thành lập các ph- ơng trình tính toán .
- Giải một số bài tập cơ bản.

Học tập 2 : Học tập theo nhóm

- Cho một số ứng dụng thực tế để học sinh thảo luận theo nhóm về việc phân tích lực liên kết và lực tác dụng.

YÊU CẦU VỀ ĂŶNH GIŶ HOÀN THÀNH MÃ ÁU

KIẾN THỨC:

- Các kiến thức về xác định lực liên kết và phản lực liên kết
- Lập ph- ơng trình lực và mô men.
- Xác định trọng tâm của vật rắn
- Phân tích lực ma sát và tính lực ma sát
- Lập và tính toán đ- ợc ph- ơng trình chuyển động của vật rắn
- Giải đ- ợc bài toán bằng ph- ơng pháp bảo toàn năng l- ợng

KỸ NĂNG:

- Phân tích lực liên kết, lực tác dụng
- Lập ph- ơng trình tính lực liên kết, lực tác dụng
- Xác định trọng tâm vật rắn.
- Xác định lực ma sát

CẦNG CƠ ĂŶNH GIŶ:

- Hệ thống câu hỏi trắc nghiệm
- Hệ thống các bài tập tính toán về lực, mômen, ma sát, trọng tâm vật rắn, chuyển động, công - công suất
- Các bài tập kiểm tra định kỳ.
- Các bài tập kiểm tra kết thúc.

PHƯƠNG PHÃP ĂŶNH GIŶ:

- Trắc nghiệm: lý thuyết các câu hỏi lý thuyết
- Kiểm tra định kỳ và kết thúc về tính lực và phản lực liên kết, xác định trọng tâm vật rắn, xác định các thông số chuyển động quay

Giáo thi u :

- Bài học này giúp cho học sinh có đ- ợc các khái niệm cơ bản về vật rắn, vật rắn tuyệt đối.
- Các khái niệm về lực, hệ lực

Mục tiầu thíc hìn:

- Giải thích và trình bày đ- ợc các khái niệm cơ bản về vật rắn.
- Trình bày về lực và hệ lực.

Nội dung chín:

2.3. Vật rắn tuyệt đối

2.4. Lực và hệ lực

Các hình thíc híc tốp:

- Học trên lớp về các khái niệm vật rắn, lực, hệ lực
- Học theo nhóm.

1.1. Vết rắn tuy tă

Vật rắn tuyệt đối là một tập hợp vô hạn các chất điểm mà khoảng cách giữa hai điểm bất kỳ luôn luôn không đổi. Đây là mô hình đơn giản nhất của vật thể, nó đ- ợc xem xét khi biến dạng của nó có thể bỏ qua đ- ợc do bé quá hoặc không đóng vai trò quan trọng đối với mục tiêu khảo sát. Vật rắn tuyệt đối đ- ợc gọi là vật rắn.

1.2. Lực và h líc

Lực là đại l- ợng đặc tr- ng cho tác dụng t- ơng hổ cơ học của vật này đối với vật khác mà kết quả làm thay đổi chuyển động hoặc biến dạng của vật.

Ví dụ: D- ới tác dụng của lực vật đang đứng yên chuyển sang chuyển động, vật đang chuyển động thẳng đều sang chuyển động không đều...Kinh nghiệm và thực nghiệm xác nhận rằng lực đ- ợc đặc tr- ng bởi các yếu tố sau:

a. Điểm đặt của lực:

Là điểm mà tại đó vật nhận đ- ợc tác dụng từ vật khác.

b. Ph- ơng và chiều của lực:

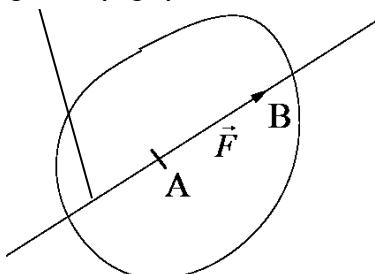
Là ph- ơng và chiều chuyển động của chất điểm (Vật thể có kích th- ớc vô cùng bé) từ trạng thái yên nghỉ d- ới tác động cơ học.

c. C- ờng độ của lực:

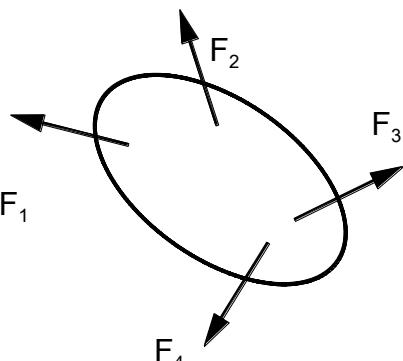
Là số đo độ mạnh yếu của t- ơng tác cơ học. Đơn vị của lực là Niutơn, ký hiệu là N và các bội số của nó nh- : kilô Niutơn, ký hiệu là KN ($1\text{KN} = 10^3 \text{ N}$), Mêga Niutơn, ký hiệu là MN ($1\text{MN} = 10^6 \text{ N}$) mô hình toán học của lực là véctơ lực, ký hiệu là F. Điểm gốc (điểm đặt) của véctơ lực là điểm đặt của lực. Ph- ơng và chiều của véctơ lực là ph- ơng và chiều tác dụng lực. Mođun của véctơ lực biểu diễn c- ờng độ tác dụng của lực

(với tỷ lệ xích đ- ợc chọn tr- ớc). Giá mang véctơ lực đ- ợc gọi là đ- ờng tác dụng lực (hình 11.1.1)

Đ- ờng tác dụng lực



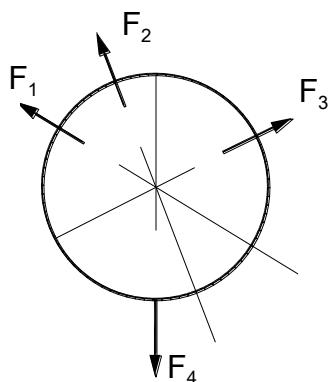
Hình 1.1



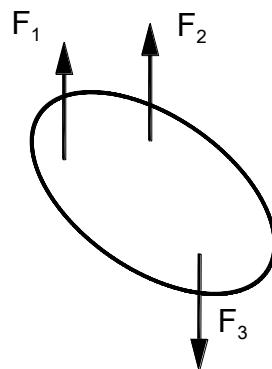
Hình 1.2

Hệ lực: là tập hợp nhiều lực tác dụng lên một vật rắn: $\phi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N)$ (hình 11.1.2)

Tuỳ thuộc đ- ờng tác dụng của các lực nằm trong cùng một mặt phẳng hay không cùng một mặt phẳng chúng ta có hệ lực phẳng hay hệ lực không gian. Cũng tùy thuộc đ- ờng tác dụng gắp nhau hoặc song song với nhau ta có hệ lực đồng quy (hình 11.1.3) hay hệ lực song song (hình 11.1.4)



Hình 1.3

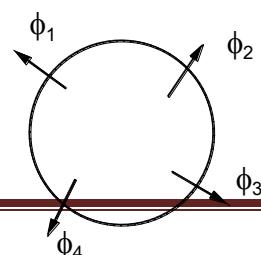
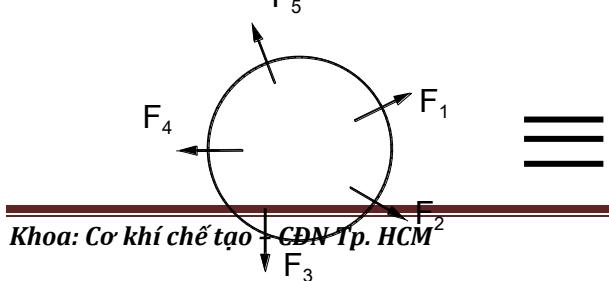


Hình 1.4

Hai hệ lực đ- ợc gọi là t- ơng đ- ơng khi chúng gây cho cùng một vật rắn các trạng thái chuyển động cơ học nh- nhau (hình 11.1.5)

Ký hiệu: $\phi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N) \equiv \Psi(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_K)$

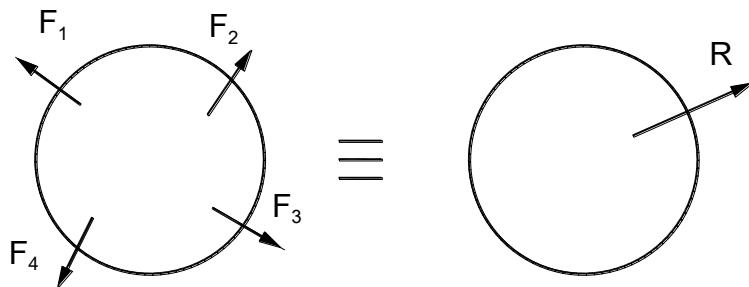
F_5



Hình 1.5

Hợp lực của hệ: là một lực duy nhất đồng đ- ơng với hệ lực. Gọi \vec{R} là hợp lực của hệ lực $\varphi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N)$ thì (hình 11.1.6):

$$\vec{R} \equiv \varphi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N)$$



Hình 1.6

Trạng thái cân bằng của vật rắn

Hệ lực cân bằng là trạng thái đứng yên (không dịch chuyển) của vật rắn đ- ợc khảo sát. Tuy nhiên nó có thể đứng yên đối với vật này nh- ng lại không đứng yên đối với vật khác do đó cần phải chọn một vật làm chuẩn chung cho sự quan sát, vật đó đ- ợc gọi là hệ quy chiếu. Trong tĩnh học hệ quy chiếu đ- ợc chọn là hệ quy chiếu quán tính, tức là hệ quy chiếu thoả mãn định luật quán tính của Galilê (Ví dụ hệ quy chiếu đứng yên tuyệt đối) cân bằng nh- vậy gọi là cân bằng tuyệt đối.

CÂU HỎI BÀI TẬP

Hãy chọn câu trả lời đúng nhất

1. Vật rắn tuyệt đối là vật rắn có khoảng cách giữa hai điểm.
 - a) Bằng không
 - b) Thay đổi
 - c) Không đổi
 - d) Luôn luôn không đổi

2. Ng- ời ta định nghĩa lực.
 - a) Lực là đại l- ợng đặc tr- ng cho tác dụng t- ơng hổ cơ học của vật này đối với vật khác mà kết quả làm thay đổi chuyển động hoặc biến dạng của vật.

- b) Lực là đại l- ợng đặc tr- ng cho tác dụng t- ơng hổ cơ học của vật này đối với vật khác mà kết quả làm thay đổi chuyển động.
- c) Lực là đại l- ợng đặc tr- ng cho tác dụng t- ơng hổ cơ học của vật này đối với vật khác mà kết quả làm biến dạng của vật..
- d) Lực là đại l- ợng đặc tr- ng cho tác dụng t- ơng hổ cơ học của vật này đối với vật khác mà kết quả không làm thay đổi chuyển động hoặc biến dạng của vật..

MÔ BÀI HCE 01 11 02
BÀI 02: CƠ CƠC TIỀN Ả Ủ TÌNH HỌC

Giới thiệu :

- Bài học này cung cấp cho học sinh về các tiên đề tĩnh học và các định lý, hệ quả .

Mục tiêu học:

Giải thích và trình bày đ- ợc các tiên đề tĩnh học.

Nội dung chính:

- 2.1. Tiên đề 1: Hai lực cân bằng
- 2.2. Tiên đề 2: Thêm hoặc bớt đi 1 hệ lực cân bằng
- 2.3. Tiên đề 3: Hợp 2 lực
- 2.4. Tiên đề 4: Tác dụng và phản tác dụng của lực
- 2.5. Tiên đề 5: Hoá rắn.

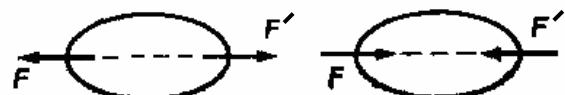
Các hình thức học:

- Học trên lớp về các tiên đề tĩnh học, các hệ quả và các định lý
- Sử dụng ph- ơng pháp thuyết trình, giải thích.

2.1. Tiền ău 1: Hai l^cc cân b^{ằng}

Điều kiện cần và đủ để một vật rắn nằm cân bằng d- ới tác dụng của hai lực là hai lực có cùng đ- ờng tác dụng, ng- ợc chiều và cùng c- ờng độ.

Hai lực này thoả mãn điều kiện này đ- ợc gọi là hai lực cân bằng (hình 11.2.1).



Ta kí hiệu:

$$(\vec{F}, \vec{F}') \sim 0 \quad (\text{hình 11.2.1})$$

2.2. Tiền ău 2: Thêm hoặc b^{ớt} ăi 1 hⁱ l^cc cân b^{ằng}

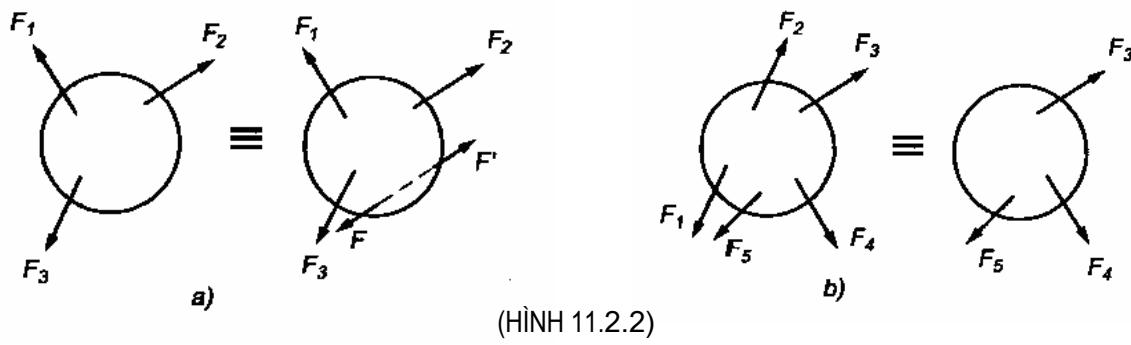
Tác dụng của hệ lực không thay đổi nếu thêm vào hoặc bớt đi hai lực cân bằng.

Nh- vây nếu (\vec{F}, \vec{F}') là hai lực cân bằng thì (hình 11.2.2a):

$$\varphi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N) \equiv \varphi'(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N, \vec{F}, \vec{F}')$$

Hoặc nếu hệ lực có hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 cân bằng nhau thì (hình 11.2.2b):

$$\varphi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N) \equiv \varphi''(\vec{F}_3, \vec{F}_4, \dots, \vec{F}_N)$$



(HÌNH 11.2.2)

Hệ quả: (Định lí tr- ợt lực)

Tác dụng của lực lên vật rắn không thay đổi khi tr- ợt lực trên đ- ờng tác dụng của nó (hình 11.2.3)

Chứng minh:

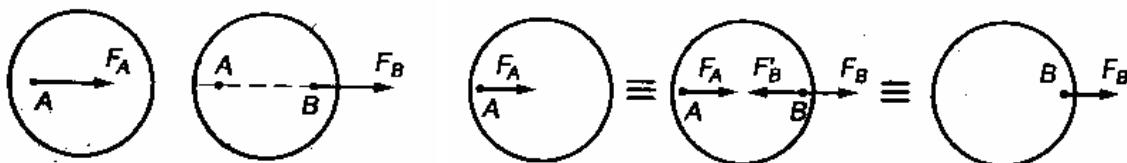
Thực vậy, khi thêm hai lực cân bằng (\vec{F}_B, \vec{F}'_B) tại B có cùng c- ờng độ với lực \vec{F}_A ta có (hình 11.2.4)

Theo tiên đề 2 ta có: $(\vec{F}_A) \sim (\vec{F}_B, \vec{F}'_B, \vec{F}_A)$

Theo tiên đề 1 thì: $(\vec{F}_B, \vec{F}'_B) \sim 0$, do đó ta có thể bỏ đi. Nh- vây ta có:

$(\vec{F}_A) \sim (\vec{F}_B, \vec{F}'_B, \vec{F}_A) \sim (\vec{F}_B)$

Nh- vây trong tr- ờng hợp đối với vật rắn (chỉ đối với vật rắn) điểm đặt của lực không cần chú ý. chỉ có đ- ờng tác dụng của lực là quan trọng. Lực trong tĩnh học vật rắn có tính chất của véctơ tr- ợt.



(hình 11.2.3)

(hình 11.2.4)

2.3. Tiễn ẫu 3: H~~o~~p 2 l~~o~~c

Hai lực tác dụng lên vật rắn tại một điểm t- ơng đ- ơng với một lực tác dụng tại cùng điểm đó và có véctơ lực bằng véctơ chéo của hình bình hành có hai cạnh là hai vectơ lực của các lực đã cho (hình 11.2.5).

Về ph- ơng diện véctơ ta có:

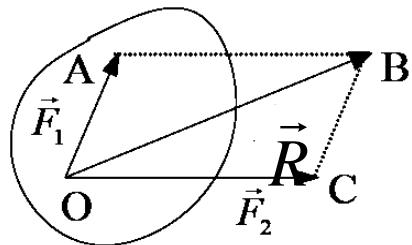
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Nghĩa là: véctơ \vec{R} bằng tổng véctơ các lực thành phần

Về giá trị :

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$$

Trong đó α là góc hợp bởi hai véc tơ \vec{F}_1, \vec{F}_2



(hình 11.2.5)

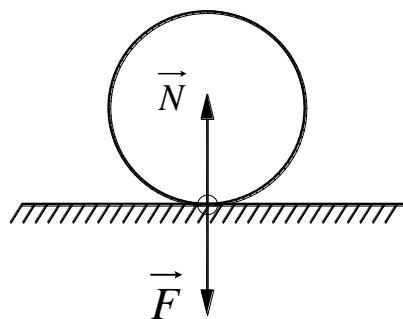
Nhờ định luật này cho phép sử dụng phép tính cộng véc tơ để cộng lực. Do hệ quả trước lực, điều kiện hai lực đặt tại một điểm có thể mở rộng thành điều kiện hai đồng tác dụng của hai lực gặp nhau.

2.4. Tiễn ău 4: Tác dụng và phản tác dụng của lực

Lực tác dụng và lực phản tác dụng giữa hai vật có cùng cường độ, cùng đồng tác dụng và hướng ngược chiều nhau (hình 11.2.6)

Chú ý rằng lực tác dụng và phản lực tác dụng không phải là hai lực cân bằng vì chúng không tác dụng lên cùng một vật rắn. Định luật tác dụng và phản tác dụng đúng cho mọi hệ quy chiếu (Quán tính và không quán tính) và làm cơ sở cho việc mở rộng các kết quả đã

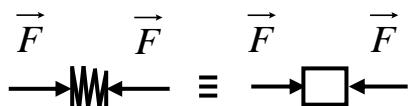
khảo sát đối với một vật cho vật khác trong bài toán hệ vật.



(hình 11.2.6)

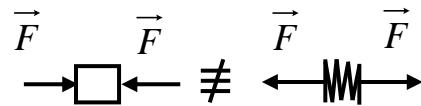
2.5. Tiễn ău 5: Hooke.

Một vật biến dạng cân bằng dưới tác dụng của một hệ lực thì khi “hoá rắn” nó vẫn cân bằng (hình 11.2.7)



Vật biến dạng cân bằng

Vật rắn cân bằng



Vật rắn cân bằng

Vật biến dạng cân bằng trở nên không cân bằng

(hình 11.2.7)

(hình 11.2.8)

Nhưng vậy hệ lực dụng lên “vật biến dạng đã cân bằng” cũng thoả mãn các điều kiện của hệ lực tác dụng lên vật rắn cân bằng. Điều này cho phép sử dụng các điều kiện cân bằng của vật rắn cho vật biến dạng đã cân bằng.

Tuy nhiên đó chỉ là điều kiện cần chứ không phải là điều kiện đủ, tức có hệ lực làm cho vật rắn cân bằng nh- ng lại làm cho “vật biến dạng đã cân bằng” trở nên không cân bằng (hình 11.2.8). Để khảo sát bài toán cân bằng của vật biến dạng, ngoài các điều kiện cân bằng của vật rắn cần thêm các giả thiết về biến dạng (ví dụ sử dụng định luật Húc trong Sức bền vật liệu)

CÂU HỎI BÀI TẬP

1. Điều kiện cần và đủ để một vật rắn nằm cân bằng d- ới tác dụng của hai lực là hai lực
 - a) Cùng đ- ờng tác dụng
 - b) Cùng c- ờng độ.
 - c) Ng- ợc chiều.
 - d) Cùng đ- ờng tác dụng, ng- ợc chiều và cùng c- ờng độ.
2. Lực tác dụng và lực phản tác dụng giữa hai vật có
 - a) Cùng c- ờng độ
 - b) Cùng đ- ờng tác dụng
 - c) H- ờng ng- ợc chiều nhau
 - d) Tổng hợp a, b, c
3. Tác dụng của hệ lực không thay đổi nếu thêm vào hoặc bớt đi
 - a) một lực cân bằng.
 - b) Hai lực cân bằng.
 - c) Ba lực cân bằng.
 - d) Tổng hợp ba câu trên (a, b, c)

MÔ BÀI: HCE 01 11 03
BÀI 03: LIỀN KẾT VÀ PHÂN LỰC LIỀN KẾT

Giảng dạy:

- Bài học này cung cấp cho học sinh về các loại liên kết thường gặp và cách phân tích tích liên kết và phản lực liên kết.

Mục tiêu taught:

- Phân biệt được các liên kết thường gặp.
- Nhận dạng và trình bày được các ký hiệu liên kết trên bản vẽ.

Nội dung chính:

- 3.1. Một số khái niệm về liên kết
- 3.2. Một số liên kết thường gặp
- 3.3. Tiên đề giải phóng liên kết

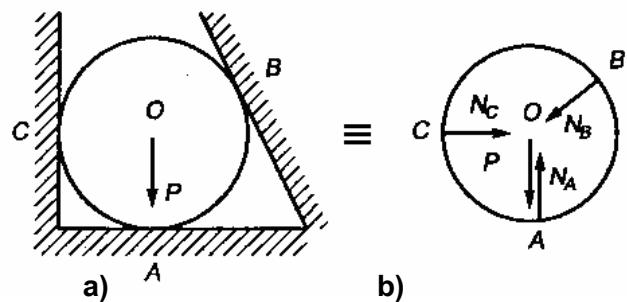
Các hình thức học:

- Học trên lớp về các khái niệm liên kết
- Phân tích lực liên kết

3.1. Một số khái niệm về liên kết

Liên kết là những điều kiện ràng buộc di chuyển của vật. Trong tĩnh học các điều kiện ràng buộc được thực hiện bằng sự tiếp xúc hoặc nối (bản lề, dây,...) trực tiếp giữa các vật. Các vật chịu liên kết được gọi là những vật không tự do. Lực tác dụng thường hỗ trợ giữa các vật liên kết với nhau được gọi là lực liên kết. Các lực không phải là lực liên kết được gọi là lực đặt vào (lực hoạt động). Đối với một vật thì lực do các vật khác tác dụng lên nó được gọi là

các phản lực liên kết, còn các lực do nó tác dụng lên vật liên kết với nó (thường là liên kết tựa) được gọi là áp lực (hình 11.3.1 a,b).

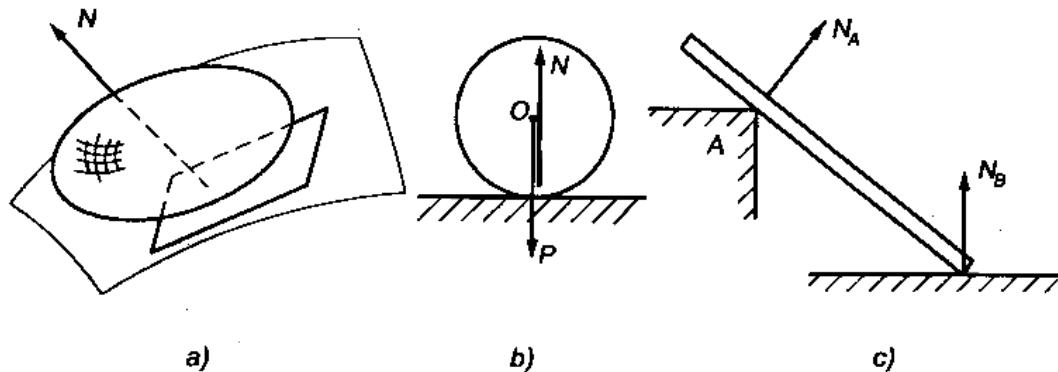


(Hình 11.3.1)

3.2. Một số liên kết thường gặp

3.2.1. Liên kết tay: (không ma sát)

- Hai vật trực tiếp tựa lén nhau, tiếp xúc theo bề mặt, hoặc đ- ờng hoặc điểm: phản lực tựa có ph- ơng vuông góc với mặt tựa (hoặc đ- ờng tựa), có chiều cản trở (theo ph- ơng pháp tuyến) di chuyển của vật (hình 11. 3.2 a, b, c)



(Hình 11. 3.2)

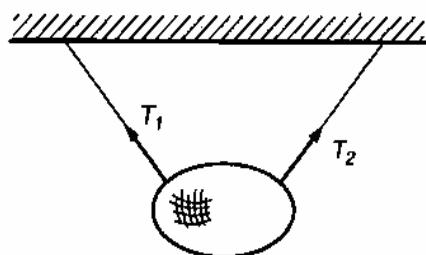
3.2.2. Liền kết dây mủm:

- Phản lực của dây tác dụng lên vật khảo sát đặt vào điểm buộc dây và h- ớng vào dây. Phản lực của vật rắn tác dụng lên dây đ- ợc gọi là sức căng dây, ký hiệu là T . Sức căng dây h- ớng dọc dây và h- ớng ra đối với mặt cắt dây, làm dây luôn ở trạng thái căng (hình 11. 3.3).

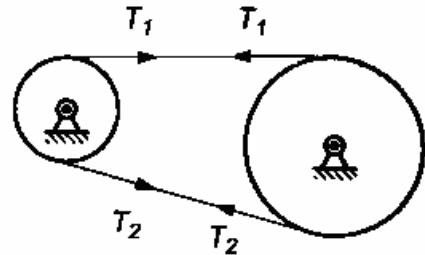
3.2.3. Liền kết thanh:

- Đ- ợc thực hiện nhờ các thanh thoả mãn các điều kiện sau: chỉ có lực tác dụng ở hai đầu, còn dọc thanh không có lực tác dụng và trọng l- ợng thanh đ- ợc bỏ qua (ví dụ các thanh không trọng l- ợng, liên kết bằng liên kết hoặc trụ cầu). Phản lực có ph- ơng qua hai điểm chịu lực (hình 11. 3.4)

- Nói chung liên kết có thể có kết cấu đa dạng, xác định ph- ơng chiều của phản lực liên kết trong tr- ờng hợp chung theo quy tắc sau: t- ơng ứng với h- ớng di chuyển thẳng bị ngăn trở có phản lực ng- ợc chiều, t- ơng ứng với h- ớng di chuyển quay bị ngăn trở có ngẫu phản lực ng- ợc chiều.



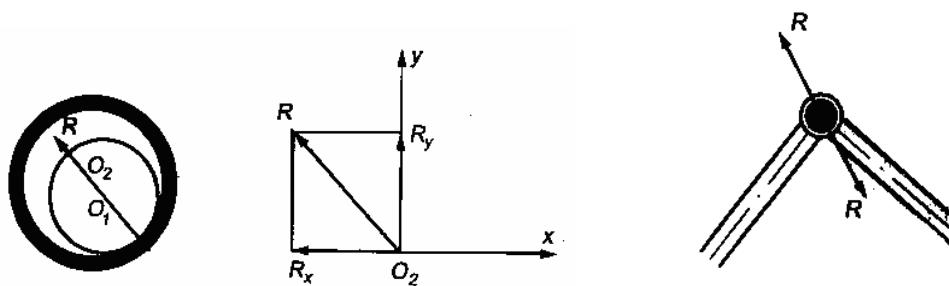
Hình 11. 3.3



Hình 11. 3.4

3.2.4. Liền kết bùn lề:

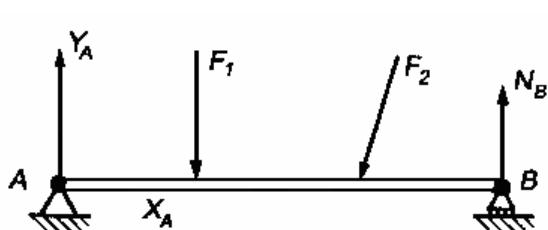
- Hai vật có liên kết bùn lề khi chúng có trục (chốt) chung, có thể quay đối với nhau. Trong trường hợp này hai vật tựa vào nhau theo đường nh- ng điểm tựa ch- a đ- ợc xác định. Phản lực liên kết \vec{R} đi qua tâm của trục và có ph- ơng, chiều ch- a đ- ợc xác định. Phản lực đ- ợc phân thành phần vuông góc với nhau ($\vec{R}_x \perp \vec{R}_y$), nằm trong mặt phẳng thẳng góc với đường trục tâm của bùn lề (hình 11. 3.5).



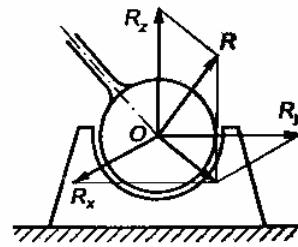
Hình 11. 3.5

3.2.6. Liền kết gối:

- Dùng để đỡ các dầm, khung...có loại gối cố định và gối con lăn. Phản lực liên kết của gối cố định đ- ợc xác định nh- liên kết bùn lề, còn phản lực liên kết của gối con lăn đ- ợc tìm theo quy tắc của phản lực liên kết tựa (hình 11. 3.6).



Hình 11. 3.6



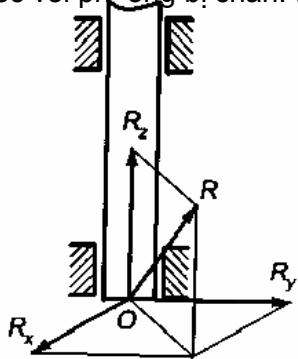
Hình 11. 3.7

3.2.7. Liền kết gối cầu:

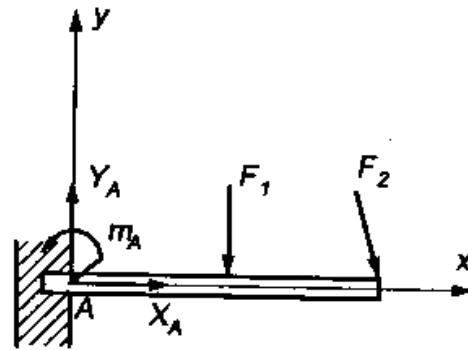
- Đ- ợc thực hiện nhờ một quả cầu gắn vào đầu một vật gây liên kết. Phản lực gối cầu đi qua tâm O của vỏ cầu, còn ph- ơng và chiều ch- a đ- ợc xác định. Th- ờng phản lực gối cầu đ- ợc phân thành ba thành phần vuông góc ($(\vec{R}_x, \vec{R}_y, \vec{R}_z)$) (Hình 11. 3.7)

- Tr- ờng hợp liên kết cối (ổ chặn) t- ơng tự nh- liên kết gối cầu đã đ- ợc trình bày trên, nghĩa là chỉ biết điểm đặt của phản lực liên kết, còn ph- ơng chiếu của nó ch- a đ- ợc xác

định. Do vậy phản lực đ- ợc chia làm ba thành phần vuông góc với nhau, trong đó có một thành phần h- ống theo ph- ơng bị chấn còn hai thành phần khác nằm trong mặt phẳng vuông góc với ph- ơng bị chấn. (Hình 11. 3.8)



Hình 11. 3.8

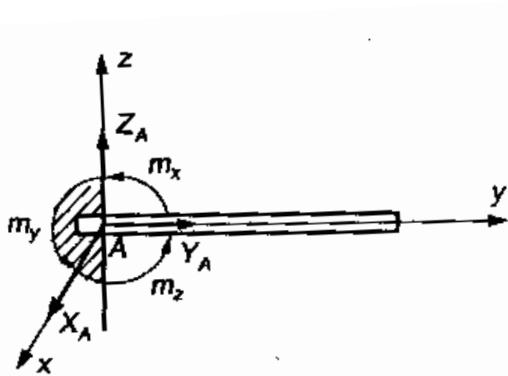


Hình 11. 3.9

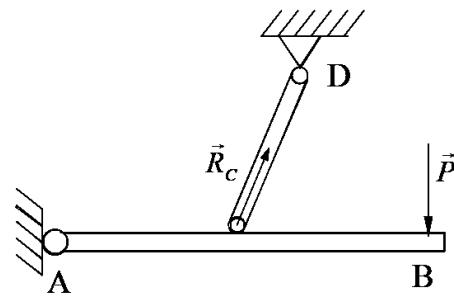
3.2.8. Liền kết ngầm:

- Liên kết khi vật đ- ợc nối cứng vào một vật khác (ví dụ tr- ờng hợp hai vật đ- ợc hàn cứng với nhau). Trong tr- ờng hợp ngầm phẳng (hệ lực khảo sát là hệ lực phẳng), phản lực liên kết gồm hai lực thẳng góc với nhau và một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng chứa hai thành phần lực và cũng là mặt phẳng tác dụng của hệ lực (hình 11. 3.9).

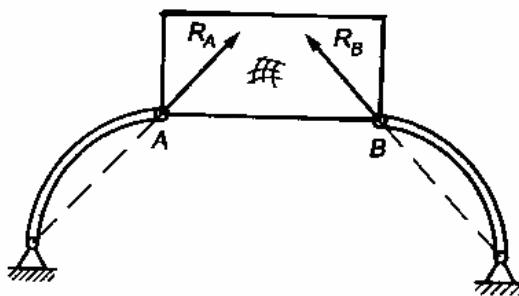
- Đối với ngầm không gian (hệ lực khảo sát là hệ lực không gian) phản lực liên kết gồm ba thành phần lực vuông góc với nhau (dọc ba trục toạ độ) và ba thành phần ngẫu lực trong ba mặt phẳng toạ độ (hình 11. 3.10).



Hình 3.10



Hình 11. 3.11



Hình 11. 3.12

3.2.9. Lần kín thanh:

- Đ- ợc thực hiện nhờ các thanh thoã mản điều kiện sau:

Chỉ có lực tác dụng ở hai đầu, còn dọc thanh không có lực tác dụng và trọng l- ợng thanh đ- ợc bỏ qua (ví dụ các thanh không trọng l- ợng, liên kết bằng các liên kết trụ hoặc cầu). Phản lực có ph- ơng qua hai điểm chịu lực. (hình 11. 3.11, hình 11. 3.12)

3.3. Tiễn ău gi- ph- ơng liần kín

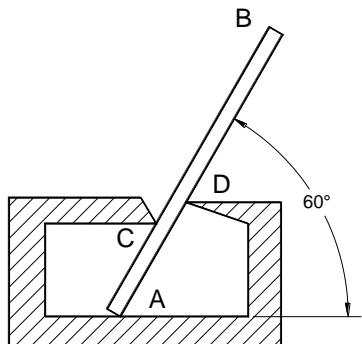
- Vật tự do không cân bằng có thể đ- ợc xem là vật tự do cân bằng bằng cách giải phóng tất cả các liên kết và thay thế tác dụng các liên kết đ- ợc giải phóng bằng các phản lực liên kết thích hợp, (hình 11. 3.1).

- Chú ý rằng các phản lực liên kết là do liên kết sinh ra để ứng phó với các lực đặt vào. Chúng là các ẩn trong bài toán tĩnh học. Trong một số tr- ờng hợp dựa vào kết cấu của các liên kết có thể đoán nhận đ- ợc ph- ơng và chiều của các phản lực liên kết, còn trong mọi tr- ờng hợp trị số của chúng là ch- a biết.

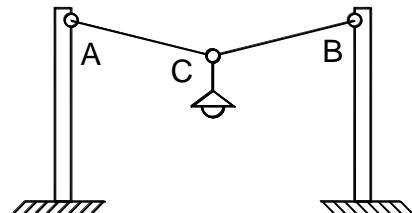
- Một số quy tắc xác định các đặc tr- ng (ph- ơng và chiều) của phản lực liên kết đối với một số liên kết th- ờng gặp.

CÂU HỎI BÀI TẬP

1. Xác định phản lực lên thanh đồng chất AB đ- ợc đặt nh- (hình 11.3.13). Thanh nghiêng một góc 60° .



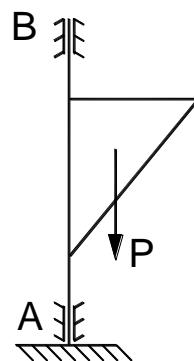
Hình 3.13



Hình 3.14

2. Bóng đèn trọng l- ợng P đ- ợc treo bởi hai dây gắn vào hai t- ờng thẳng đứng (hình 11.3.14). Xác định lực tác dụng lên hệ tại nút B.

3. Cầu trục trọng l- ợng P đặt ở C trục thẳng đứng của nó đ- ợc liên kết bằng ổ trục B và gối đỡ A. Xác định hệ lực tác dụng lên cầu trục. (hình 11.3.15)



Hình 3.15

MÔ BÀI HCE 01 11 04
BÀI 04: LỘ THUYẾT VŨ MÔ MEN LỰC

Giáo thi u :

- Bài học này cung cấp cho học sinh về khái niệm mômen một lực đối với một điểm, mômen lực đối với một trục

Môc tiầu thíc hi n:

- Phân biệt đ- ợc lực và mô men lực.
- Tinh toán đ- ợc mô men lực đối với một điểm, mô men lực đối với một trục theo các công thức giải tích đã học.

Nội dung chinh:

- 4.1. Mô men lực đối với một điểm
- 4.1. Mô men lực đối với một trục

Các hinh thíc híc tốp:

- Học trên lớp về các khái niệm mômen lực đối với một điểm, mômen lực đối với một trục
- Ph- ơng pháp giải bài toán.

Nội dung:

4.1. Mômen lực đối với một điểm

Thực tế cho ta thấy có một điểm cố định O, chịu tác dụng của lực \vec{F} thì vật sẽ quay quanh điểm đó. Tác dụng của lực \vec{F} sẽ làm vật quay đ- ợc xác định bởi ba yếu tố:

- Ph- ơng mặt phẳng chứa lực \vec{F} và điểm O.
- Chiều quay của vật quanh trục đi qua O và vuông góc với mặt phẳng này.
- Tích số trị số của lực \vec{F} và chiều dài cánh tay đòn d của lực \vec{F} đối với điểm O (d là khoảng cách từ tâm quay O đến đ- ờng tác dụng của lực \vec{F}). Từ đó ta có định nghĩa:
 - Định nghĩa: Mômen lực \vec{F} đối với điểm O là một vectơ đặt tại điểm O có ph- ơng vuông góc với điểm đặt của lực \vec{F} và điểm O, có chiều đ- ợc xác định sao cho ta nhìn từ mút đến thấy lực \vec{F} có h- ơng quay quanh O ng- ợc chiều kim đồng hồ, có độ dài bằng tích trị số lực \vec{F} với cánh tay đòn d của lực \vec{F} đối với điểm O. (hình 11.4.1)
- Trị số mômen của lực đối với điểm O:

$$|\vec{m}_o(\vec{F})| = F \cdot d = 2dt\Delta OAB$$

- (Trong đó $F \cdot d$ bằng hai lần diện tích tam giác OAB , chỉ tính trị số, không tính đơn vị)
- Nếu ta gọi véctơ $\vec{r} = \vec{OA}$ là véctơ bán kính đặt tại điểm A của lực \vec{F} và xác định véctơ $\vec{r} = \vec{F}$ rồi so sánh với véctơ mômen lực \vec{F} đối với điểm O là:

$$|\vec{m}_o(\vec{F})| = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

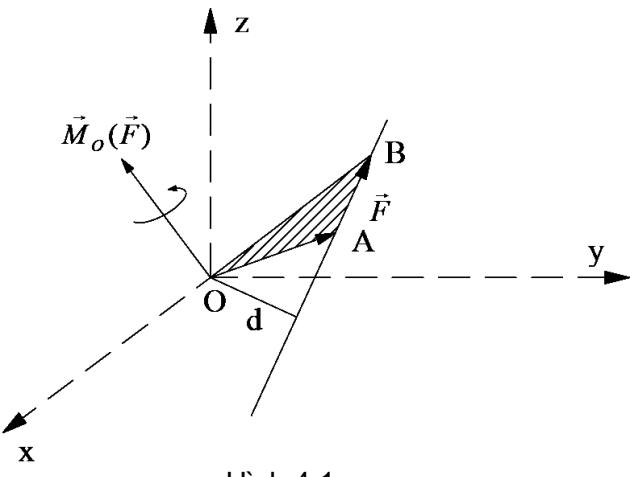
Véctơ mômen của lực đối với một điểm bằng tích véctơ giữa véctơ bán kính đặt của lực với lực đó.

- Biểu thức:

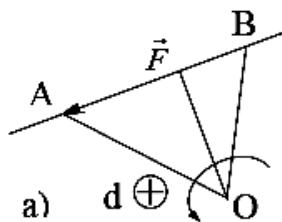
$$\text{Giá trị đại số: } \vec{m}_o(\vec{F}) = \pm F \cdot d$$

- Tính chất:

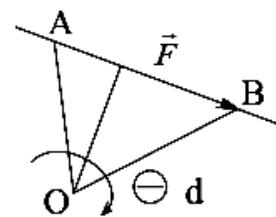
Lấy dấu cộng khi lực \vec{F} có hướng quay quanh O ngược chiều kim đồng hồ và có dấu trừ trong trường hợp ngược lại (hình 11.4.2)



Hình 4.1



$$\overline{M}_o(\vec{F}) = +F \cdot d$$



$$\overline{M}_o(\vec{F}) = -F \cdot d$$

Hình 11.4.2

Nếu lực tác dụng bằng N, tay đòn tính bằng m thì mômen đ- ợc tính bằng Nm.

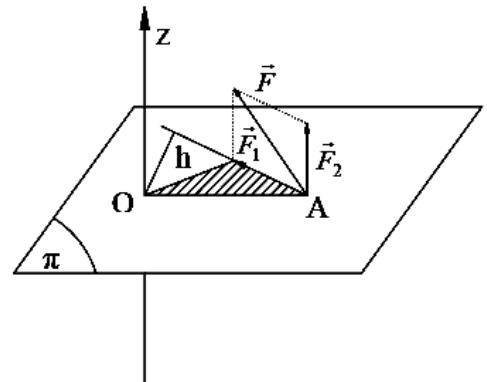
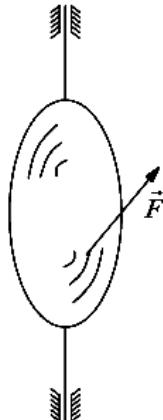
Chú ý: Nếu đ- ờng tác dụng của lực \vec{F} đi qua O thì $\vec{m}_o(\vec{F}) = 0$, vì $a = 0$

4.2. Mômen lực đối với một trục

Mômen của lực đối với một trục đặt tr- ng tác dụng quay Δ khi lực \vec{F} tác dụng lên vật làm vật quay quanh trục đó (hình 11.4.3).

Thật vậy, giả sử lực \vec{F} tác dụng lên vật có thể quay quanh trục Z, ta phân lực này ra hai thành phần là \vec{F}_1 vuông góc với z,

\vec{F}_2 song song với trục z theo quy tắc hình bình hành.



Hình 11.4.3

Hình 11.4.4

- Ta nhận thấy chỉ có thành phần lực \vec{F}_1 gây ra tác dụng quay quanh trục z. vì vậy ta có định nghĩa sau:

- Định nghĩa:

Mômen của lực \vec{F} đối với trục z là đại l- ợng đại số bằng mômen của lực \vec{F}_1 nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục z lấy đối với giao điểm của trục với mặt phẳng ấy. (hình 11.4.4)

Biểu thức:

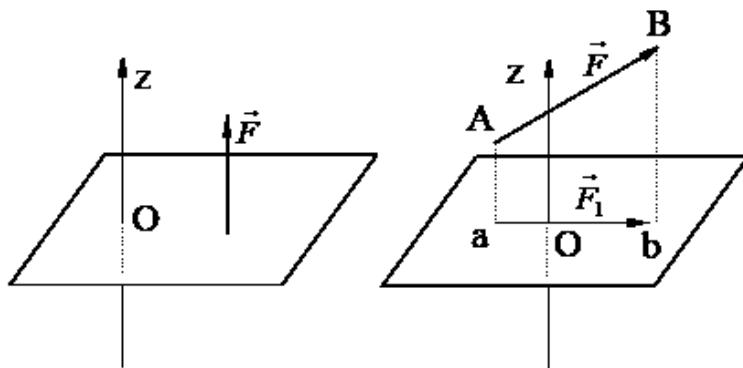
$$\vec{m}_z(\vec{F}) = \vec{m}_o(\vec{F}) = \pm F \cdot h$$

Ta lấy dấu cộng, nếu nhìn từ chiều d- ơng của trục z, xuống mặt phẳng (π) thấy chiều của lực \vec{F} quanh trục quay z ng- ợc chiều kim đồng hồ, lấy dấu trừ ng- ợc lại.

- Các tr- ờng hợp đặc biệt

+ Nếu lực \vec{F} song song với trục z thì $\vec{F}_1 = 0$ hay \vec{F} cắt trục z thì $h = 0$ khi đó $\vec{m}_z(\vec{F}) = 0$ (hình 11.4.5)

Trong tr- ờng hợp này ta thấy lực \vec{F} và trục z ở trong cùng mặt phẳng. Nh- vậy, mômen của lực đối với một trục bằng 0 khi lực và trục nằm trong cùng một mặt phẳng.



Hình 11.4.5

Định lý liên hệ giữa mô men lực đối với một điểm và mô men lực đối với một trục

Giả sử cho lực \vec{F} một trục quay z và điểm O nằm trên trục quay z. Ta lấy mômen của lực \vec{F} đối với trục z và điểm O giữa hai đại lượng đó có sự liên hệ nhau bởi định lí sau:

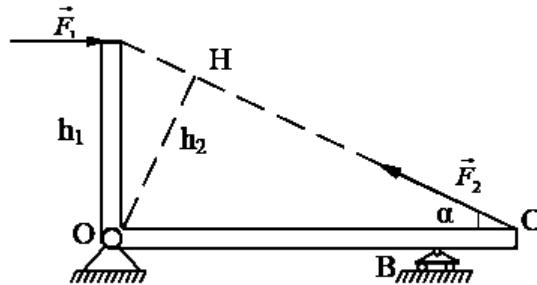
Định lý: Mômen lực \vec{F} đối với trục z bằng hình chiếu lên trục đó của vectơ mômen lực lấy đối với điểm bất kì nằm trên trục ấy, nghĩa là:

$$\vec{m}_z(\vec{F}) = hc_z [\vec{M}_o(\vec{F})]$$

Trong đó: hc_z hình chiếu lên trục z.

Ví dụ 1: Cho một thanh L chịu hai lực tác dụng \vec{F}_1 và \vec{F}_2 như hình (hình 11.4.6).

Biết $OA = 4\text{m}$, $OC = 6\text{m}$, $\alpha = 30^\circ$, $\vec{F}_1 = 20\text{N}$, $\vec{F}_2 = 16\text{N}$. Tính mômen các lực tác dụng đối với điểm O.



Hình 11.4.6

Giải:

Tay đòn của các lực là:

$$h_1 = OA = 4\text{m}.$$

$$h_2 = OC \sin \alpha = 6 \times 1/2 = 3\text{m}$$

Ta đ- ợc:

$$\vec{m}_o(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot h_1 = -20 \cdot 4 = -80\text{N.m.}$$

$$\vec{m}_o(\vec{F}_2) = +F_2 \cdot h_2 = +16 \cdot 3 = +48\text{N.m.}$$

Ví dụ 2: Tìm mômen lực \vec{F} tác dụng lên tấm chữ nhật ABCD có cạnh a,b đối với trục tọa độ x, y, z (hình 11.4.7)

Giải:

Để tìm mômen lực \vec{F} đối với trục x ta chiếu lên mặt phẳng vuông góc với trục x. Vì lực \vec{F} nằm trong mặt phẳng này, nên cũng bằng chính nó.

Vậy:

$$\vec{m}_x(\vec{F}) = \vec{m}_D(\vec{F}) = +F.h = +F.a.\sin\alpha$$

Hình 11.4.7

Ở đây ta lấy dấu cộng, vì nhìn từ chiều d- ơng trục x thấy chiều lực \vec{F} h- ơng quay quanh trục x ng- ợc chiều kim đồng hồ, còn $h = DH = DC.\sin\alpha = a.\sin\alpha$.

Tìm mômen lực \vec{F} đối với trục y, ta chiếu lực \vec{F} lên mặt phẳng vuông góc trục y tại điểm A là \vec{F}'_1 , cánh tay đòn của lực \vec{F}'_1 đối với điểm A là b. Theo hình vẽ ta có:

$$\vec{m}_y(\vec{F}) = \vec{m}_A(\vec{F}'_1) = -F'_1.b = -F.b.\sin\alpha$$

$$(\text{vì } \vec{F}'_1 = F.\sin\alpha)$$

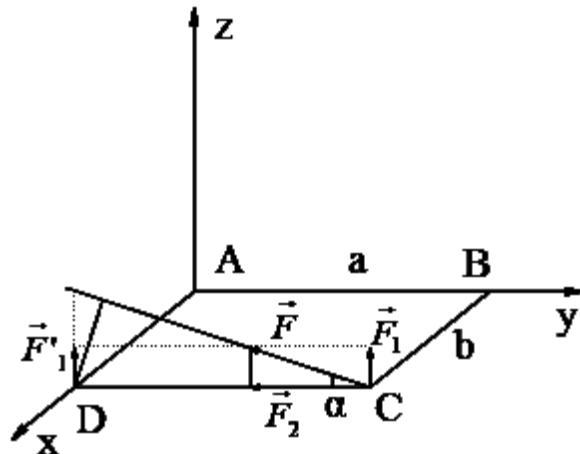
Lấy dấu trừ vì lực \vec{F}'_1 h- ơng quanh trục y thuận chiều kim đồng hồ khi ta nhìn theo chiều d- ơng của trục.

T- ơng tự ta có:

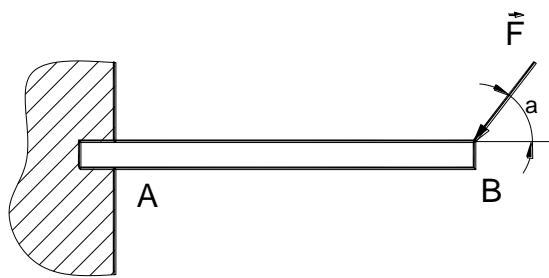
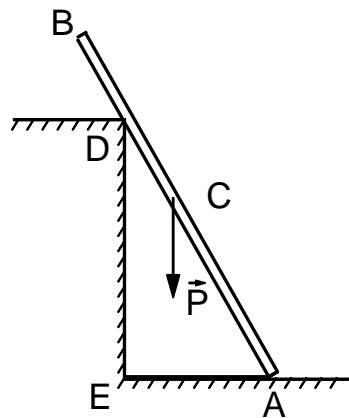
$$\vec{m}_z(\vec{F}) = \vec{m}_A(\vec{F}'_2) = -F.b.\cos\alpha$$

CÂU HỎI BÀI TẬP

1. Hãy trình bày mômen lực đối với một điểm?
2. Hãy trình bày mômen lực đối với một trục?
3. Thang AB dài 4m, đầu A tựa trên mặt đất, đầu B tựa trên t- ờng cao tại điểm D và lập với t- ờng một góc $\alpha = 30^\circ$ (hình 11.4.8) Thang đ- ợc giữ vị trí trên nhờ dây kim loại AE trên mặt đất. Xác định phản lực tác dụng lên thang tại các điểm A và D,



sức căng dây T . Biết trọng l-ợng của thang $P = 200N$ và đặt tại điểm C chính giữa thang, chiều ca của t-ờng $h = 3m$.



Hình 4.8

Hình 4.9

4. Thanh AB dài 2m, đầu A ngầm chặt vào t-ờng, đầu B chịu tác dụng một lực $F = 3KN$ hợp với thanh AB một góc $\alpha = 60^\circ$ (hình 11.4.9). Xác định phản lực của thanh AB tại ngầm.

MÔ BÀI HCE 01 11 05

BÀI 05: HỆ LỰC VÀ ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA HỆ LỰC

Giáo thi u:

- Bài học này cung cấp cho học sinh về cách phân tích hệ lực và Điều kiện cân bằng của hệ lực

Mục tiêu thắc hi nh:

- Trình bày đ- ợc hai đặc tr- ng cơ bản của hệ lực.
- Tính toán đ- ợc các đại l- ợng véc tơ theo các công thức giải tích đã học.
- Viết đ- ợc các ph- ơng trình cân bằng của hệ lực không gian và hệ lực phẳng đơn giản.

Nội dung chnh:

- 5.1. Hai đặc tr- ng cơ bản của hệ lực
- 5.2. Thu gọn hệ lực
- 5.3. Điều kiện cân bằng và hệ ph- ơng trình cân bằng của hệ lực không gian
- 5.4. Điều kiện cân bằng và hệ ph- ơng trình cân bằng của hệ lực phẳng

Các hình thíc hóc tốp:

- Học trên lớp về các khái niệm cơ bản của hệ lực
- Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng, hệ lực không gian

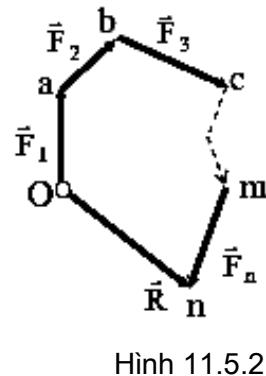
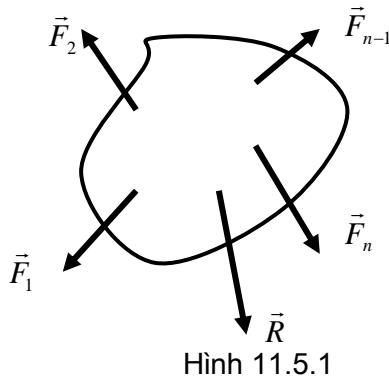
Nội dung:

5.1. Hai đặc tr- ng cơ bản của hệ lực

Hai đặc tr- ng cơ bản của hệ lực là véc tơ chính và mômen chính.

5.1.1. Véc tơ chính của hệ lực:

Cho hệ lực phẳng ($\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$) (hình 11.5.1)



Véc-tơ chính của hệ lực ký hiệu \vec{R}' , là véc-tơ tổng của các véc-tơ lực của hệ lực:

$$\vec{R}' = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N = \sum_{K=1}^N \vec{F}_K \quad (5-1)$$

Xác định véc-tơ chính: Có thể sử dụng ph-đng pháp vẽ đa giác lực

Trong trường hợp này đa giác lực là đa giác phẳng (hình 11.5.2). Cũng có thể xác định véc-tơ chính qua các hình chiếu của nó trên hai trục toạ độ vuông góc:

$$R'_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{Nx} = \sum_{k=1}^N F_{kx} \quad (5-2)$$

$$R'_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{Ny} = \sum_{k=1}^N F_{ky}$$

Trị số, ph-đng và chiều của véc-tơ chính đ-ợc xác định theo công thức:

$$R' = \sqrt{R'^2_x + R'^2_y}; \cos(Ox, \vec{R}') = \frac{R'_x}{R'}; \cos(Oy, \vec{R}') = \frac{R'_y}{R'} \quad (5-3)$$

5.1.2. Mô-men chung của hệ lực:

Véc-tơ mô-men chính của hệ lực đối với tâm O là véc-tơ tổng của các véc-tơ mô-men các lực trong hệ lấy đối với tâm O (hình 11.5.3). Nếu ký hiệu mô-men chính là \vec{M}_0 ta có

$$\vec{M}_0 = \sum_{i=1}^n \vec{m}_0(\vec{F}_i) \quad (5-4)$$

Hình chiếu của véc-tơ mô-men chính \vec{M}_0 trên các trục toạ độ oxyz đ-ợc xác định qua mô-men các lực trong hệ lấy đối với các trục đó:

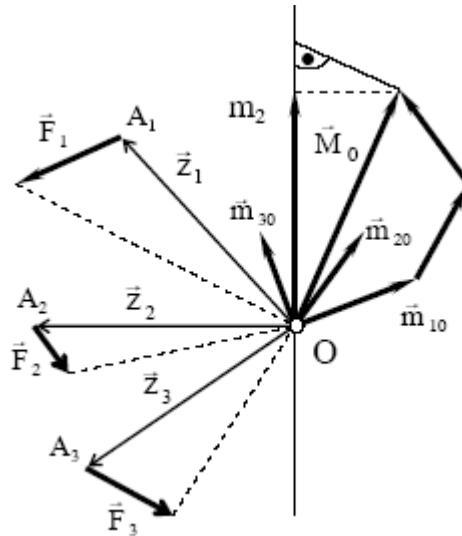
$$M_x = m_x(\vec{F}_1) + m_x(\vec{F}_2) + \dots + m_x(\vec{F}_n) \quad (5-5)$$

$$M_y = m_y(\vec{F}_1) + m_y(\vec{F}_2) + \dots + m_y(\vec{F}_n)$$

Giá trị và ph-đng chiều véc-tơ mô-men chính đ-ợc xác định theo các biểu thức sau:

$$M_0 = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

$$\cos(M_0, x) = \frac{M_x}{M_0}; \cos(M_0, y) = \frac{M_y}{M_0}; \quad (5-6)$$



Hình 11.5.3

Khác với véc tơ chính \vec{R} véc tơ mô men chính \vec{M}_0 là véc tơ buộc nó phụ thuộc vào tâm O. Nói cách khác véc tơ chính là một đại l- ợng bất biến còn véc tơ mô men chính là đại l- ợng biến đổi theo tâm thu gọn O.

5.2. Thu gọn hệ lực

Thu gọn hệ lực là đ- a hệ lực về dạng đơn giản hơn. Để thực hiện thu gọn hệ lực tr- ớc hết dựa vào định lý rời lực song song trình bày d- ới đây.

5.2.1. \square nh h

Tác dụng của lực lên vật rắn sẽ không thay đổi nếu ta rời song song nó tới một điểm đặt khác trên vật và thêm vào đó một ngẫu lực phụ có mô men bằng mô men của lực đã cho lấy đối với điểm cần rời đến.

Chứng minh: Xét vật rắn chịu tác dụng lực \vec{F} đặt tại A. Tại điểm B trên vật đặt thêm một cặp lực cân bằng (\vec{F}', \vec{F}'') trong đó $\vec{F}' = \vec{F}$ còn $\vec{F}'' = -\vec{F}$. (xem hình 11.5.4).

Theo tiên đề 2 có: $\vec{F} \sim (\vec{F}, \vec{F}', \vec{F}'')$.

Hệ ba lực $(\vec{F}, \vec{F}', \vec{F}'')$ có hai lực (\vec{F}, \vec{F}'') tạo thành một ngẫu lực có mô men $\vec{m} = \vec{m}_B(\vec{F})$ (theo định nghĩa mô men của ngẫu lực).

Ta đã chứng minh đ- ợc $\vec{F} \sim \vec{F}' + \text{ngẫu lực } (\vec{F}, \vec{F}'')$

5.2.2. Thu gọn hệ lực vùi mít tâm:

Lấy một điểm O trong mặt phẳng tác dụng của hệ lực gọi là tâm thu gọn. Sử dụng định lý dời lực song song để dời các lực về tâm O (hình 11.5.5).

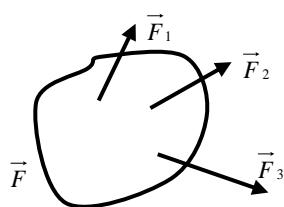
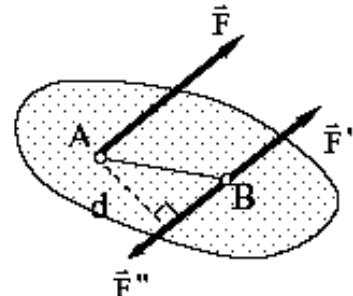
$$\vec{F}_1 \equiv \vec{F}'_1 \text{ và ngẫu lực } \overline{m}_1 = \overline{m}_0(\vec{F}_1)$$

$$\vec{F}_2 \equiv \vec{F}'_2 \text{ và ngẫu lực } \overline{m}_2 = \overline{m}_0(\vec{F}_2)$$

.....

$$\vec{F}_N \equiv \vec{F}'_N \text{ và ngẫu lực } \overline{m}_N = \overline{m}_0(\vec{F}_N)$$

Hình 11.5.4



Hình 11.5.5

Nh- vậy thu gọn hệ lực (\vec{F}_1 , \vec{F}_2 , .. \vec{F}_N) về tâm O ta đ- ợc hệ lực (\vec{F}'_1 , \vec{F}'_2 , ..., \vec{F}'_N) đồng quy tại O và hệ ngẫu lực phẳng (\overline{m}_1 , \overline{m}_2 , ..., \overline{m}_N).

Nh- đã biết, hệ lực đồng quy có hợp lực qua O, đ- ợc biểu diễn bằng véctơ chính của nó đặt tại O (véctơ chính của hệ lực đồng quy thu véctơ về O véctơ chính của hệ lực phẳng đã cho bằng nhau).

$$\vec{R}'_0 = \sum_{k=1}^N \vec{F}'_k = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k = \vec{R}' \quad (5-7)$$

Trong đó: \vec{R}'_0 là tập hợp của hệ lực đồng quy thu về O, còn \vec{R}' là véctơ chính của hệ lực phẳng đã cho. Hệ ngẫu lực phẳng (\overline{m}_1 , \overline{m}_2 , ..., \overline{m}_N) theo định lí t- ơng đ- ơng với một ngẫu lực \vec{M}_0 nằm trong mặt phẳng của hệ lực:

$$\vec{M}_0 = \overline{m}_1, \overline{m}_2, \dots, \overline{m}_N = \overline{m}_0 (\vec{F}_1) + \overline{m}_0 (\vec{F}_2) + \dots + \overline{m}_0 (\vec{F}_N) = \sum_{k=1}^N m_0 (\vec{F}_k) \quad (5-9)$$

Định lý: Hệ lực phẳng bất kỳ t- ơng đ- ơng với một lực và một ngẫu lực đặt tại một điểm tùy ý cùng nằm trong mặt phẳng tác dụng của hệ lực. Chúng đ- ợc gọi là lực và ngẫu lực thu gọn. Lực thu gọn đặt tại tâm thu gọn, có véctơ lực bằng véctơ chính của hệ lực, còn ngẫu lực thu gọn có mômen bằng mômen chính của hệ lực đối véctơ với tâm thu gọn.

Ch- ơng Ph- ơng, chiều và giá trị của lực thu gọn không phụ thuộc vào tâm thu gọn vì véctơ chính là véctơ tự do, còn ngẫu lực thu gọn phụ thuộc vào tâm thu gọn, nó đ- ợc tính theo công thức khi tâm thu gọn thay đổi.

- Các biến đổi của hệ lực:.....

5.2.3. Cyclic d- ờng chuộn c- ủa h- ọc:

Từ kết quả thu gọn của hệ lực phẳng về một tâm ta nhận đ- ợc các dạng chuẩn sau (là dạng đơn giản nhất không thể thu gọn đ- ợc nữa):

a) Hệ lực phẳng cân bằng khi véctơ chính và mômen chính đối với một điểm bất kỳ triệt tiêu:

$$\vec{R}' = 0; \vec{M}_0 = 0; \rightarrow (\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_N) \equiv 0 \quad (5-10)$$

b) Hệ lực phẳng t- ơng đ- ơng véctơ với một ngẫu lực khi véctơ chính triệt tiêu, còn mômen chính véctơ với một điểm bất kỳ không triệt tiêu:

$$\vec{R}' = 0; \vec{M}_0 \neq 0; \rightarrow (\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_N) \equiv 0 \quad (5-11)$$

Trong hai tr- ờng hợp nêu trên vì $\vec{R}' = 0$ nên theo công thức mômen chính đối với mọi tâm bằng 0, còn trong tr- ờng hợp b) mômen chính đối với mọi tâm bằng \vec{M}_0

Hệ lực phẳng có hợp lực: khi $\vec{R}' \neq 0$; $\vec{M}_0 = 0$ thì hệ lực $(\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_N) \equiv \vec{R}'_0$, tức hệ lực cho có hợp lực đặt tại O với vectơ lực bằng vectơ chính của hệ lực (hình 11.5.6).

Khi $\vec{R}' \neq 0$, $\vec{M}_0 \neq 0$, hệ lực thu về tâm O đ- ợc một lực \vec{R}'_0 và một ngẫu lực \vec{M}_0 . Dựa vào định luật dời lực song song có thể đ- a về một lực có ph- ơng, chiều và giá trị lực nh- lực thu về O (tức ph- ơng, chiều và giá trị của vectơ chính) nh- ng đặt tại điểm O' khác O và cách O một đoạn $h = \frac{\vec{M}_0}{\vec{R}'}$ sao cho mômen của hợp lực \vec{R}' đối với điểm O bằng \vec{M}_0 , tức là (hình 11.5.6);

$$\vec{M}_0(\vec{R}') = \vec{M}_0 = \sum_{k=1}^N \overline{m}_0(\vec{F}_k) \quad (5-12)$$

Vậy trong tr- ờng hợp hệ lực có hợp lực, ta có định lý:

Trong tr- ờng hợp hệ lực có hợp lực, mômen của hợp lực đối với một điểm bất kỳ bằng tổng mômen của các lực của hệ lực đối với cùng điểm đó:

$$\vec{M}_0(\vec{R}) = \vec{M}_0 = \sum_{k=1}^N \overline{m}_0(\vec{F}_k) \quad (5-13)$$

5.3. Điều kiện cân bằng và h- ph- ơng tr- ờng cân bằng c- a h- l- c kh- ơng gian

- Điều kiện cân bằng:

Định lý: Điều kiện cần đủ để hệ lực không gian cân bằng là vectơ chính và vectơ mômen chính của hệ lực đối với một điểm bất kỳ triệt tiêu.

$$(\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_N) \equiv 0 \leftrightarrow \begin{cases} \vec{R}' = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k = 0 \\ \vec{M}_0 = \sum_{k=1}^N \overline{m}_0(\vec{F}_k) = 0 \end{cases} \quad (5-14)$$

- H- ph- ơng tr- ờng cân bằng:

Các ph- ơng trình cân bằng của hệ lực không gian: Để vectơ chính và mômen chính của hệ lực đối với một điểm bất kỳ triệt tiêu thì các hình chiếu của chúng trên ba trục toạ độ vuông góc phải triệt tiêu tức là:

$$\sum_{k=1}^N F_{kx} = 0; \sum_{k=1}^N F_{ky} = 0; \sum_{k=1}^N F_{kz} = 0; \quad (5-15)$$

$$\sum_{k=1}^N \overline{m}_x(\vec{F}_K) = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m}_y(\vec{F}_K) = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m}_z(\vec{F}_K) = 0.$$

Định lý: Điều kiện cần và đủ để hệ lực không gian cân bằng là tổng hình chiếu của các lực trên ba trục vuông góc và tổng mômen của các lực đối với ba trục ấy đều triệt tiêu.

Các ph- ơng trình đ- ợc gọi là các ph- ơng trình cân bằng của hệ lực không gian. Từ ta có thể trực tiếp suy ra các ph- ơng trình cân bằng của các hệ lực đặc biệt, ví dụ ph- ơng trình cân bằng của hệ lực đồng quy sẽ là:

$$\sum F_{kx} = 0; \sum K_{ky} = 0; \sum F_{kz} = 0. \quad (5-16)$$

Còn ph- ơng trình cân bằng của hệ song song không gian có dạng:

$$\sum F_{kx} = 0; \sum \overline{m}_x (\vec{F}_k) = 0; \sum \overline{m}_y (\vec{F}_k) = 0. \quad (5-17)$$

Trong đó: trục Oz lấy song song với các lực của hệ lực.

5.4. Điều kiện cân bằng và hệ ph- ơng trình cân bằng của lực phẳng

5.4.1. Điều kiện cân bằng: Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là véctơ chính và mômen chính của hệ lực đối với một điểm bất kỳ đồng thời phải triệt tiêu.

$$\left(\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_N \right) \equiv 0 \leftrightarrow \begin{cases} \vec{R}' = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k \\ \vec{M}_0 = \sum_{k=1}^N \overline{m}^0 (\vec{F}_k) \end{cases} \quad (5-18)$$

Chứng minh: Điều kiện cần đ- ợc chứng minh dựa vào các dạng chuẩn của hệ lực vì nếu điều kiện không thoả mãn thì hệ lực phẳng hoặc t- ơng đ- ơng với một lực hoặc một ngẫu lực, chúng đều không thoả mãn định luật 1 Điều kiện đủ là hiển nhiên vì khi véctơ chính bằng 0, hệ lực thu gọn về tâm O sẽ đ- ợc một ngẫu lực, tức thu gọn về hai lực. Do ngẫu lực bằng 0 thì hai lực đó là hai lực cân bằng.

5.4.2. Hệ ph- ơng trình cân bằng.

Các dạng ph- ơng trình cân bằng của hệ lực phẳng: Điều kiện (2-12) có thể đ- ợc viết dưới dạng các ph- ơng trình đ- ợc gọi là các ph- ơng trình cân bằng. Có ba dạng ph- ơng trình cân bằng.

Điều kiện cân và đủ để hệ lực cân bằng là tổng hình chiếu các lực trên hai trục toạ độ vuông góc và tổng mômen các lực đối với một điểm bất kỳ đồng thời triệt tiêu (hình 11.5.8):

$$\sum_{k=1}^N F_{kx} = 0; \sum_{k=1}^N F_{ky} = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m^0}(\vec{F}_k) = 0 \quad (5-19)$$

Hai ph- ợng trình đầu t- ơng đ- ơng với $\vec{R}' = \sum_{k=1}^V \vec{F}_k = 0$ còn ph- ợng trình cuối t- ơng đ- ơng

với $\overline{m}^0 = \sum_{k=1}^N \overline{m^0}(\vec{F}_k) = 0$

D^ong 2: Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là tổng hình chiếu các lực trên một trục và tổng mômen các lực đối với hai điểm A và B tuỳ ý triệt tiêu với điều kiện AB không vuông góc với trục chiếu (hình 11.2.11).

$$\sum_{k=1}^N F_{kx} = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m}_A(\vec{F}_k) = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m}_B(\vec{F}_k) = 0 \quad (5-20)$$

Chứng minh: Điều kiện cần đ- ợc chứng minh dựa vào dạng chuẩn: nếu một trong ba điều kiện trên không đ- ợc thoả mãn thì hệ lực đã cho t- ơng đ- ơng với một lực hoặc một ngẫu lực, tức không thoả mãn định luật 1 (ch- ơng 1). Vậy hệ lực không thể cân bằng. Để chứng minh điều kiện đủ ta nhận xét rằng nếu cả ba điều kiện trên đ- ợc thoả mãn thì hệ lực không có hợp lực, cũng không thể t- ơng đ- ơng với ngẫu lực. Thực vậy, hệ lực không thể có hợp lực, vì nếu hệ lực có hợp lực ($\vec{R} \neq 0$) thì dựa vào hai điều kiện cuối và dựa vào định lý Varinhông:

$$\sum \overline{m}_A(\vec{F}_k) = \overline{m}_A(\vec{R}) = 0; \sum \overline{m}_B(\vec{F}_k) = \overline{m}_B(\vec{R}) = 0; \quad (5-21)$$

Tức là hợp lực \vec{R} phải đi qua hai điểm A và B. Điều này mâu thuẫn với điều kiện đầu:

$$\sum F_{kx} = R_x = R \cos \alpha = 0 \quad (5-22)$$

Vì $\vec{R} \neq 0$; $\cos \alpha \neq 0$ (do AB không vuông góc với trục chiếu véctơ) nên $R \cos \alpha$ không thể triệt tiêu.

Hệ lực cũng không t- ơng đ- ơng với một ngẫu lực m^0 nào khác 0 vì trong tr- ờng hợp này do véctơ chính triệt tiêu và do công thức biến thiên mômen chính (công thức 2-7), ta có:

$$\vec{M}_0 = \vec{M}_A = \sum_{k=1}^N \overline{m}_A(\vec{F}_k) = 0 \quad (5-23)$$

D^ong 3: Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là tổng mômen của các lực đối với ba điểm A, B, C không thẳng hàng triệt tiêu (hình 11.2.12).

$$\sum_{k=0}^N \overline{m}_A(\vec{F}_k) = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m}_B(\vec{F}_k) = 0; \sum_{k=1}^N \overline{m}_C(\vec{F}_k) = 0 \quad (5-24)$$

Chứng minh: Điều kiện cần là hiển nhiên vì nếu một trong ba điều kiện trên không thoả mãn thì hệ lực t- ơng đ- ơng với ngẫu lực khác 0, sẽ không thoả mãn định luật 1 (ch- ơng 1). Để chứng minh điều kiện đủ t- ơng tự cách chứng minh cho dạng 2, nếu ba điều kiện đ- ợc thoả mãn thì hệ lực không có hợp lực cũng không thể t- ơng đ- ơng với một ngẫu lực khác 0. Hệ lực không thể có hợp lực vì dựa vào định lý Varinông nếu ba điều kiện trên thoả mãn thì hợp lực phải đi qua ba điểm A, B, C không thẳng hàng. Điều này vô lý, vậy $\vec{R} = 0$, tức $\vec{R}' = 0$. Hệ lực cũng không thể t- ơng đ- ơng với một ngẫu lực \vec{m}^0 nào khác 0, vì khi $\vec{R}' = 0$ ta có (dựa vào định lý biến thiên mômen chính (2-7)):

$$\vec{M}_0 = \vec{M}_A = \sum_{k=1}^N \vec{m}_A(\vec{F}_k) = 0 \quad (5-25)$$

Giáo thi u :

- Giúp học sinh biết đ- ợc cách giải các bài toán phức tạp, ứng dụng thực tế

Môc tiầu thíc hi n:

- Giải đ- ợc một số bài toán về hệ vật.
- Ứng dụng để giải một bài toán thực tế.

Nội dung chín:**6.1. Khái niệm các bài toán về hệ vật****6.1.1. Bài toán Đòn****6.1.2. Bài toán hòn vort****6.2. Ph- ơng pháp giải các bài toán về hệ vật****6.2.1. Ph- ơng pháp hoay ròn****6.2.2. Ph- ơng pháp tych vort****Các hình thíc híc tốp:**

- Học trên lớp về các khái niệm và các ph- ơng pháp giải
- Học theo nhóm.

Nội dung:**6.1. Khái niệm các bài toán vù hòn vort****6.1.1. Bài toán Đòn**

- Đòn là một vật rắn có thể quay quanh một trục cố định O d- ới tác dụng của một hệ lực nằm trong mặt phẳng vuông góc với mặt đó.

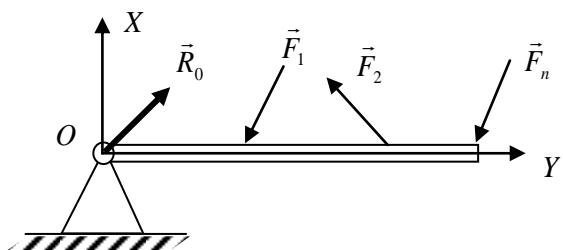
- Giả sử có một đòn quay đ- ợc quanh một trục O chịu bởi hệ lực phẳng (\vec{F}_1 , \vec{F}_2 , ..., \vec{F}_n) (hình 11.6.1). Ngoài các lực tác dụng trên tại trục quay O xuất hiện một phản lực \vec{R}_O . Vì đòn cân bằng nên hệ lực: (\vec{F}_1 , \vec{F}_2 , ..., \vec{F}_n , \vec{R}_O) ~ 0

- Điều kiện cân bằng của hệ lực là:

$$\sum X = R_{ox} + \sum F_{kx} = 0 \quad (6-1)$$

$$\sum Y = R_{oy} + \sum F_{ky} = 0 \quad (6-2)$$

$$\sum m_0(\vec{F}_k) = 0 \quad (6-3)$$



Hình 11.6.1

6.1.2. Bài toán hệ vòi

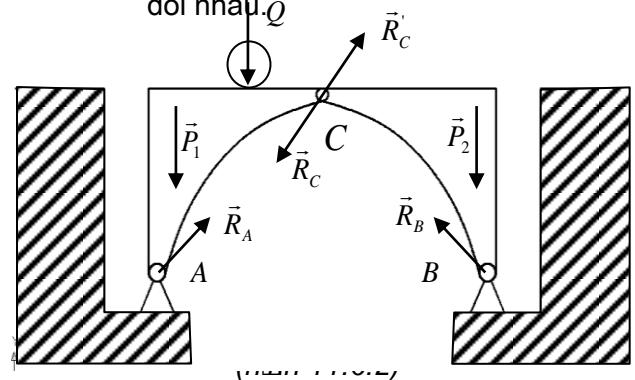
Hệ vật: Hệ vật là một hệ gồm nhiều vật liên kết với nhau. Các lực tác dụng lên các vật thuộc hệ gồm hai loại lực là ngoại lực và nội lực.

Ngoại lực: Là các lực từ bên ngoài hệ tác dụng lên các vật thuộc hệ.

Nội lực: Là những lực do các vật thuộc hệ tác dụng lẫn nhau. Do vậy theo tiên đề:

đề 4, nội lực có tung đôi một trực

đối nhau.



Một cầu hình cầu hình vòm có ba khớp ở A, B, C. Trọng l- ợng mỗi phần là \vec{P}_1 , \vec{P}_2 .

Trên phần AC có đặt vật nặng là \vec{Q} . (hình 11.6.2)

Đây là bài toán hệ vật gồm có: phần AC và BC của cầu. Ngoại lực có \vec{P}_1 , \vec{P}_2 , \vec{Q} và các phản lực \vec{R}_A , \vec{R}_B . Nội lực chỉ có lực liên kết tại C là \vec{R}_C và \vec{R}'_C với $\vec{R}_C = -\vec{R}'_C$.

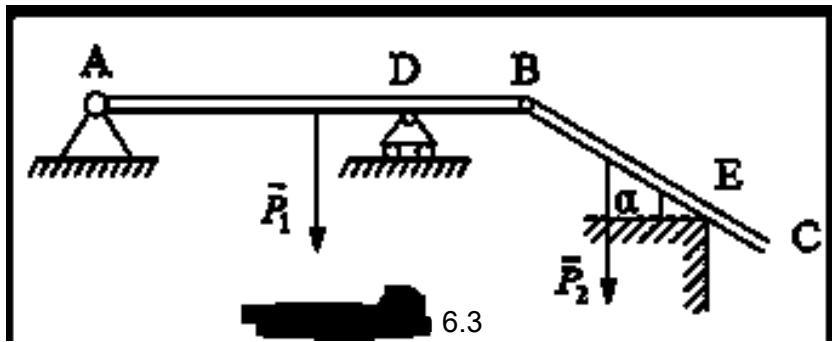
Chú ý: Trọng l- ợng của vật bao giờ cũng là ngoại lực.

6.2. Phóng phyp giac cung bac bài toán vùi vòi

6.2.1. Phóng phyp tych vòi

Là xét từng vật riêng rẽ cân bằng dưới tác dụng các lực trực tiếp đặt lên vật đó. Cứ mỗi vật ta lập đ- ợc ba ph- ơng trình cân bằng và giải ph- ơng trình ta đ- ợc kết quả.

Ví dụ: Cho một hệ gồm hai thanh AB và BE như hình 6.3. Thanh AB có trọng l- ợng $P_1 = 200N$, Thanh BC có trọng l- ợng $P_2 = 160N$ với $AB = a$, $BD = \frac{1}{3}a$, $BC = b$, $EC = \frac{1}{3}b$. Tìm phản lực tại A, D, E biết $\alpha = 30^\circ$.



Bài giải:

Đây là hệ gồm hai vật:

Thanh AB và BC. áp dụng ph- ơng pháp tách vật, ta khảo sát từng vật một. Xét thanh AB cân bằng. Hệ lực tác dụng lên thanh gồm có \vec{P}_1 phản lực tại A là \vec{X}_A , \vec{Y}_A , phản lực tại D là \vec{N}_D (gối di động) và nội lực tại bản lề B là \vec{X}_B , \vec{Y}_B . Hệ lực này cân bằng: $(\vec{P}_1, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{X}_B, \vec{Y}_B, \vec{N}_D) \sim 0$.

Ph- ơng trình của hệ lực là:

$$\sum X = X_A + X_B = 0 \quad (1)$$

$$\sum Y = Y_A + Y_B + N_D - P_1 = 0 \quad (2)$$

$$\sum m_A(\vec{F}) = -\frac{a}{2}P_1 + \frac{2}{3}a.N_D + a.Y_B = 0 \quad (3)$$

Xét thanh BE cân bằng với các lực tác dụng là: $((\vec{P}_2, \vec{N}_E, \vec{X}_B, \vec{Y}_B) \sim 0$

Ph- ơng trình cân bằng là:

$$\sum X = X_B + N_E \cdot \sin \alpha = 0 \quad (4)$$

$$\sum Y = -Y_B + P_2 + N_E \cdot \cos \alpha = 0 \quad (5)$$

$$\sum m_B(\vec{F}) = -\frac{2}{3}b.N_E - \frac{b}{3}.P_2 \cdot \cos \alpha = 0 \quad (6)$$

Giải ph- ơng trình (6) với chú ý là:

$$\vec{X}'_B = -\vec{X}_B; \vec{Y}'_B = -\vec{Y}_B$$

$$\text{Ta tìm đ- ợc kết quả } N = \frac{3}{4}P \cdot \cos \alpha = 60 \text{ N}$$

$$\text{Từ (4) ta có: } X_B = X'_B = N_E \cdot \sin \alpha = 51,96N$$

T- ơng tự ta tìm đ- ợc:

$$Y_B = Y'_B = -P_2 + N_E \cdot \cos \alpha = -130N$$

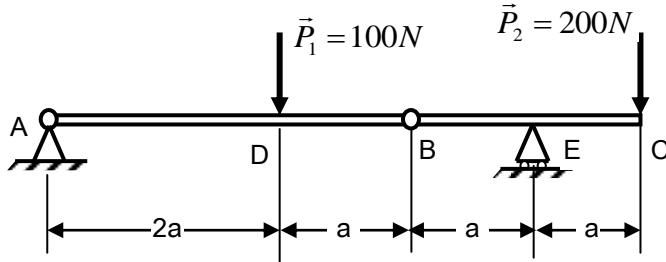
$$N_D = -\frac{3}{2}Y_B + \frac{3}{4}P_1$$

$$X_A = -X_B = -51,96N$$

6.2.2. Phép phẩy rãnh

Là xem cả hệ nh- một vật rãnh cân bằng d- ới tác dụng của các ngoại lực đặt lên hệ (nội lực triệt tiêu lẫn nhau từng đôi một) ta chỉ lập đ- ợc ba ph- ơng trình cân bằng. Sau đó ta có thể tách thêm một số vật để khảo sát và lập thêm những ph- ơng trình cân bằng mới cần thiết để giải.

Ví dụ: Cho một hệ gồm hai thanh AB và BC cân bằng, chịu các lực tác dụng \vec{P}_1, \vec{P}_2 và kích th- ớc nh- hình vẽ. Hãy xác định phản lực tại A, E.



Giải:

Đây là bài toán hệ vật, gồm hai vật là AC và BC. Để giải bài toán này thuận tiện hơn, dùng ph- ơng pháp hóa rãnh.

Ngoại lực tác dụng lên hệ vật gồm hai trọng l- ợng \vec{P}_1, \vec{P}_2 còn có phản lực tại A và E là: \vec{N}_A, \vec{N}_E

Vì thanh AC cân bằng nên hệ lực cân bằng

$$(\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{N}_A, \vec{N}_E) \sim 0.$$

Ph- ơng trình cân bằng :

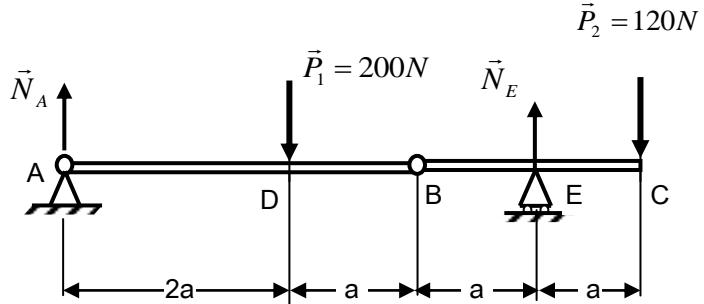
$$\sum Y = N_A + N_E - P_1 - P_2 = 0 \quad (1)$$

$$\sum m_A (\vec{F}) = N_E \cdot 4a - P_1 \cdot 2a - P_2 \cdot 5a = 0 \quad (2)$$

Từ ph- ơng trình (2) ta có:

$$N_E = \frac{P_1 \cdot 2a + P_2 \cdot 5a}{4a} = \frac{2 \cdot 200 + 5 \cdot 120}{4} = 250N$$

$$N_A = 250 - 200 - 120 = 30N$$



MÔ BÀI: HCE 01 11 07

BÀI 07: MA SÁT

Giảng thi u :

- Giúp học sinh biết đ- ợc các khái niệm về ma sát
- Cách phân tích lực ma sát và tính lực ma sát

Mục tiêu thíc hìn:

- Nhận biết và phân biệt đ- ợc các loại ma sát.
- Tính toán đ- ợc các ma sát: tr- ợt, lăn theo các công thức đã học.

Nội dung chnh:

- 7.1. Ma sát tr- ợt
- 7.2. Ma sát lăn
- 7.3. Ph- ơng pháp giải các bài toán về ma sát

Các hình thíc híc tóp:

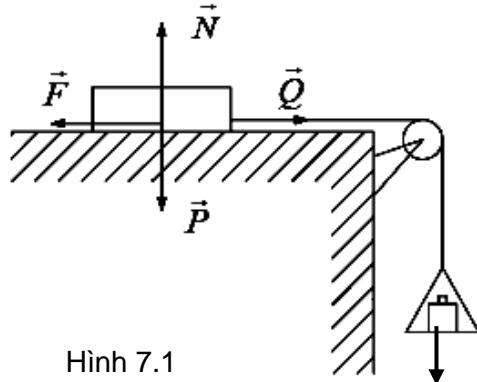
- Học trên lớp về các khái niệm và các ph- ơng pháp giải các bài toán ma sát tr- ợt, ma sát lăn
- Học theo nhóm.

Nội dung:

- 7.1. Ma sát tr- ợt

7.1.1. Thí nghiệm:

Thí nghiệm Culông đã chỉ ra rằng trong tr- ờng hợp ma sát tr- ợt tĩnh có thể có giá trị bất kỳ trong một miền xác định:



Hình 7.1

Trong đó: F_{ms}^{\max} , là giá trị giới hạn (lớn nhất) của lực ma sát mà vật còn có khả năng cân bằng. Nh- vậy khi lực ma sát đạt đến giá trị này thì vật chuyển động từ trạng thái cân bằng sang trạng thái chuyển động. Bằng nhiều thí nghiệm Culông đã tìm ra giới hạn lớn nhất này của lực ma sát: nó tỷ lệ với giá trị của phản lực pháp tuyến với hệ số tỷ lệ f đ- ợc gọi là hệ số ma sát tr- ợt tĩnh:

$$F_{ms}^{\max} = fN.$$

Hệ số ma sát tr- ợt tĩnh là một h- số, nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố nh- vật liệu và trạng thái của các bề mặt (đường) tiếp xúc như độ gồ ghề, bôi trơn, nhiệt, ... Hệ số ma sát

tr- ợc tinh đ- ợc ghi trong “sổ tay của kỹ s-”. Vậy điều kiện cân bằng khi có ma sát tr- ợc là:

$$F_{ms} \leq fN.$$

Nó đ- ợc gọi là định luật Culông về ma sát tr- ợc.

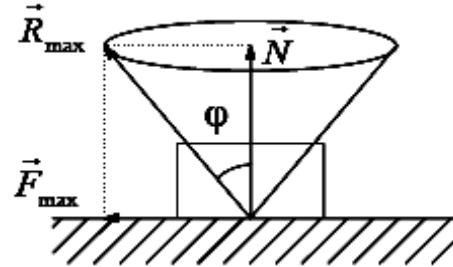
Về mặt hình học định luật Culông chỉ ra rằng khi cân bằng thì phản lực toàn phần $\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}_{ms}$ nằm bên trong hình nón, có góc ở đỉnh bằng $2\varphi_{ms}$ với;

$$\tan \varphi_{ms} = f \text{ hay } \varphi_{ms} = \arctan f$$

Theo định luật 1 khi vật rắn cân bằng thì hợp lực của các lực đặt vào (các lực hoạt động) trực đối (cân bằng) với phản lực toàn phần \vec{R} . Do đó khi các lực đặt vào có hợp lực cắt bên trong nón ma sát thì vật cân bằng, tức không thể chuyển động đ- ợc, nghĩa là vật bị tự hãm. Vậy:

\square iểu kh- h \square vết t- h- m là hợp lực của các lực đặt vào (lực hoạt động) cắt bên trong nón ma sát (hình 11.7.2)

7.1.1. Cyclic th- h luốt



Hình 7.2

7.2. Ma sát lăn

Là hiện t- ợng cản chuyển động lăn

Khý ni- m: Hiện t- ợng cản chuyển động lăn khi một vật lăn (ma sát lăn động) hoặc có khuynh h- ống lăn nh- ng ch- a lăn (ma sát lăn tĩnh) đối với một vật khác. Ma sát lăn đ- ợc gây nên do các vật tiếp xúc với nhau không phải tại một điểm mà theo một đ- ờng hoặc một mặt. Do đó xuất hiện không phải là một lực mà là một hệ các phản lực liên tiếp, nó đ- ợc thay thế bằng một lực \vec{R} (đ- ợc thay thế bằng phản lực pháp tuyến \vec{N} và lực ma sát tr- ợt \vec{F}_{ms}) và một ngẫu lực chính là ngẫu lực ma sát lăn m_1 , nó có tác dụng cản trở chuyển động lăn (hình 11.6.1). Thí nghiệm chỉ ra rằng khi con lăn cân bằng ngẫu lực ma sát lăn có thể có một giá trị bất kỳ trong khoảng $[0, m_1^{\max}]$, trong đó: m_1^{\max} tỷ lệ với giá trị của phản lực pháp tuyến \vec{N} với hệ số tỷ lệ k. Nh- vậy: $0 \leq m_1 \leq kN$. Đó là định luật về ma sát lăn. Hệ số ma sát lăn k phụ thuộc vào nhiều yếu tố nh- vật liệu, độ biến dạng của bề mặt tiếp xúc và nó giá trị

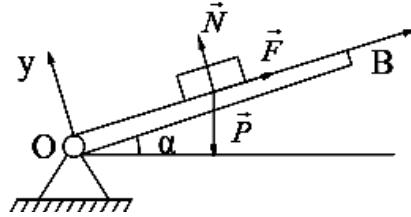
bé hơn nhiều so với hệ số ma sát tr- ợt tĩnh: $k << f$. Các giá trị của hệ số ma sát lăn cũng đ- ợc cho trong sổ tay của kỹ s-. Vậy điều kiện để con lăn cân bằng là: $F_{ms} \leq fN; m_1 = kN$

Chú ý rằng khác với hệ số ma sát tr- ợt hệ số ma sát lăn có thứ nguyên độ dài, nó chính là tay đòn của phản lực pháp tuyến \vec{N} (hình 11.2.23).

Các định luật

7.3. Ph- ơng pháp giải các bài toán về ma sát

Ví d- 1: Tr- ển m-đt ph- ng OB c- th- quay quanh O, ta đặt vật nặng A trọng l- ợng P. Hệ số ma sát tr- ợt giữa vật nặng và mặt OD là f. Tìm góc α bao nhiêu để vật A bắt đầu tr- ợt (hình 11.7.3)



(Hình 7.3)

Bài g- 1:

Ta khảo sát vật A cân bằng, đ- ới tác dụng của pháp tuyến \vec{N} trọng l- ợng \vec{P} , lực ma sát \vec{F} (\vec{F} h- ống l- ên vì vật A có xu h- ống tr- ợt xuống). Vì vật cân bằng:

$$(\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}) \sim 0$$

Lập các ph- ơng trình cân bằng :

$$\sum X = F - P \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\sum Y = N - P \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

$$F = f \cdot N \quad (3)$$

Giải các ph- ơng trình trên ta tìm đ- ợc : $\tan \alpha = f$.

Khi vật A ở trạng thái cân bằng giới hạn thì $\tan \alpha = \tan \varphi$ hay $\alpha = \varphi$.

Nh- vậy khi góc α bằng góc ma sát vật sẽ tr- ợt. Đây cũng là thí nghiệm để tím góc ma sát φ và từ đó suy ra hệ số ma sát f.

Ví dụ 2: Cho một hệ như hình vẽ. Để giữ vật Q không rơi xuống cần tác dụng lực P nhỏ nhất bao nhiêu ? Cho biết hệ số ma sát trượt giữa má h- ảm và bánh xe là f. Bỏ qua b- è dày má h- ảm Q.

Giải

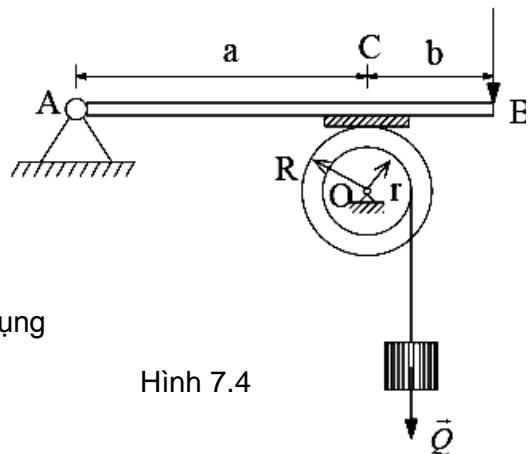
Ta chia bài toán này ra hai b- ớc :

B- ớc 1: Ta khảo sát bánh xe và trục O ở trạng thái cân bằng giới hạn, nghĩa là :

$$F = F_{\max} = fN$$

Ở bánh xe và trục O gắn chặt với nhau. Hệ lực tác dụng lên vật là

$$(\vec{Q}, \vec{R}_O, \vec{N}_C, \vec{F}_{ms}) \sim 0$$



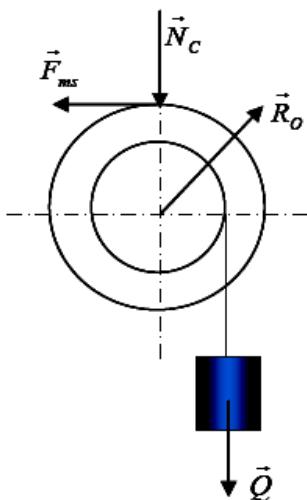
Hình 7.4

Trong đó \vec{R}_O là phản lực ở trục O, \vec{N}_C là phản lực pháp tuyến của má hřm áp lên bánh xe. \vec{F}_{ms} là lực ma sát tr- ợt do má hřm đặt lên bánh xe (hình 11.7.5)

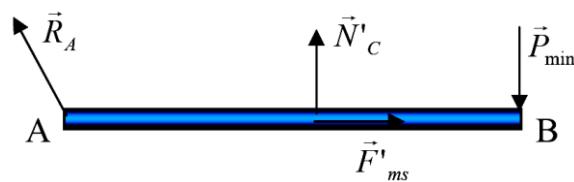
Ta lập ph- ơng trình mômen đối với O:

$$\sum m_O(\vec{F}) = -Q \cdot r + F_{ms} \cdot R = 0$$

và điều kiện của lực ma sát là : $F_{ms} = f \cdot N_C$



Hình 7.5



Hình 7.6

Từ điều kiện (1) và (2) ta suy ra :

$$N_C = \frac{r \cdot Q}{f \cdot R}$$

B- ớc 2: Xét cân bằng đòn AB với các lực tác dụng : $(\vec{R}_A, \vec{N}'_C, \vec{F}'_{ms}, \vec{P}_{\min}) \sim 0$ (hình 11.7.6)

trong đó \vec{N}'_C v \vec{F}'_{ms} là nội lực của hệ nên khi tách ra ta vẽ ng- ợc chiều với \vec{N}_C v \vec{F}_{ms} tác

dụng lên bánh xe. Vì xét cân bằng giới hạn nên lực $P = P_{\min}$, nếu $P > P_{\min}$ thì N_C càng lớn v

tới cung cõi bằng, nếu $P < P_{\min}$ thì N_C sẽ nhỏ không đủ sức giữ vật Q và tời O quay. Ta lập điều kiện cân bằng là phong trình mômen đối với A.

Suy ra: $N_C = \frac{a+b}{a} P_{\min}$

$$\text{Ta có: } N_C = N'_C \text{ nên } \frac{a+b}{a} P_{\min} = \frac{r.Q}{f.R} \text{ và } P_{\min} = \frac{r.a.Q}{(a+b).f.R}$$

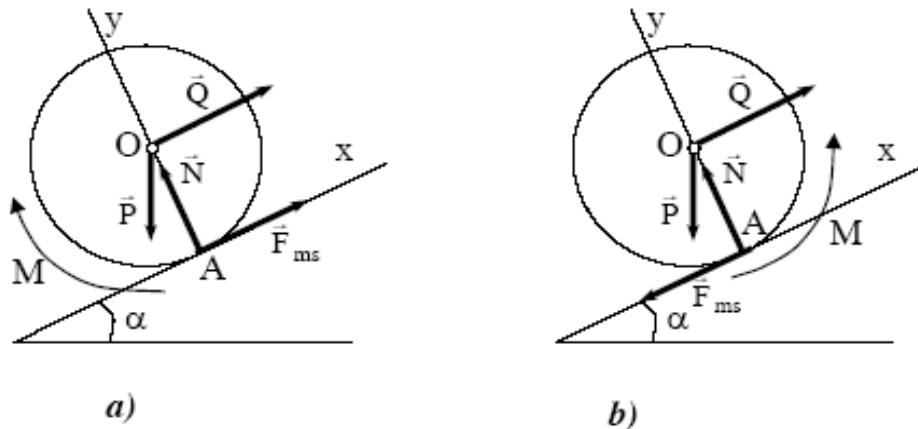
Vậy cần muốn tời cân bằng thì:

$$P_{\min} \geq \frac{r.a.Q}{(a+b).f.R}$$

$$\sum m_A(\vec{P}) = a.N'_C - (a+b).P_{\min} = 0$$

Vđ 03:

Vật hình trụ có trọng l- ợng P bán kính R nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α . Khối trụ chịu tác dụng lực đẩy Q song song với mặt phẳng nghiêng. Tìm điều kiện khối trụ đứng yên trên mặt phẳng nghiêng và điều kiện để nó lăn không tr- ợt lên phía trên. Hệ số ma sát lăn là k và hệ số ma sát tr- ợt là f.



Hình 7.7

Giải.

Điều kiện để khối trụ cân bằng trên mặt phẳng nghiêng là :

$$(\vec{P}, \vec{Q}, \vec{N}, \vec{F}_{ms}) \sim 0$$

Mặt khác để khối trụ không lăn (hình 11.7.7a) không tr- ợt xuống phải có thêm điều kiện:

$$M_{ms} \leq k.N; F_{ms} \leq f.N$$

Nh- vậy phải thoả mãn các ph- ơng trình sau:

$$\sum_i X = Q - Psina + F_{ms} = 0; \quad (1)$$

$$\sum_i Y = -Pcosa + N = 0; \quad (2)$$

$$\sum_A m = P.R.sin\alpha - Q.R - M_{ms} = 0 \quad (3)$$

$$F_{ms} \leq f.N \quad (4)$$

$$M_{ms} \leq k.N$$

Từ ba ph- ơng trình đầu tìm đ- ợc:

$$N = Pcosa; F_{ms} = Psina - Q; M_{ms} = R(Psina - Q)$$

Thay các kết quả vào hai bất ph- ơng trình cuối đ- ợc:

$$P.sin\alpha - Q \leq f.Pcosa; R(Psin\alpha - Q) \leq k.Pcosa$$

Hay: $Q \geq P(sina - f.cosa)$

$$Q \geq P(sina - cosa)$$

Th- ờng thì $\frac{k}{R} < f$ do đó điều kiện tổng quát là:

$$\frac{Q}{P} \geq \sin\alpha - \frac{k}{R} cosa \geq \sin\alpha - f.cosa$$

Để vật lăn không tr- ợt lên (hình7.7b) phải có các điều kiện:

$$\sum_i x = Q - Psina + F_{ms} = 0; \quad (1')$$

$$\sum_i y = -Pcosa + N = 0; \quad (2')$$

$$\sum_A m = P.sin\alpha - Q.R + M_{ms} = 0; \quad (3')$$

$$F_{ms} \leq f.N \quad (4')$$

$$M_{ms} \geq k.N \quad (5')$$

Bất ph- ơng trình (4') đảm bảo cho vật chuyển động có tr- ợt lên. Còn bất ph- ơng trình (5') đảm bảo cho con lăn có khả năng lăn lên trên.

Từ 3 ph- ơng trình đầu ta đ- ợc:

$$N = Pcosa; F_{ms} = Q - Psina; M_{ms} = R(Q - Psina)$$

Thay thế vào hai ph- ơng trình cuối ta đ- ợc:

$$Q - Psina \leq f.P.cosa;$$

$$R(Q - P \sin\alpha) \geq kP \cos\alpha.$$

Vậy điều kiện để khối trụ lăn không trượt lên trên là:

$$\sin\alpha + \frac{k}{R} \cos\alpha \leq \frac{Q}{P} < \sin\alpha + f \cos\alpha.$$

Điều này nói chung có thể đ-ợc nghiệm vì $\frac{k}{R}$ th-ờng nhỏ hơn f.s

BÀI 08: TRỌNG TÂM CỦA VẬT RẮN

Giảng thi u:

- Giúp học sinh biết đ- ợc các khái niệm về trọng tâm của vật rắn.
- Cách phân tích và xác định trọng tâm vật rắn.

Mục tiầu thíc hi n:

- Xác định đ- ợc trọng tâm của các hình phẳng đơn giản.
- Xác định đ- ợc trọng tâm của các vật rắn có hình khối đơn giản: khối lập ph- ơng, khối trụ, khối cầu, khối chóp đối xứng

Nội dung chinh:

- Công thức tính trọng tâm một số hình phẳng đơn giản
 - 1.1 *Lý thuyết Ma sát lăn*
 - 1.2 *Tổng trọng tâm của khối phẳng*
- Các ph- ơng pháp xác định trọng tâm
 - 2.1. *Phương pháp thíc nghiền*.
 - 2.2. *Cẳng thíc tịnh trung tâm của một số khối khốp nhau*

Các hính thíc híc tốp:

- Học trên lớp về các khái niệm và các ph- ơng pháp giải các bài toán ma sát tr- ợt, ma sát lăn
- Học theo nhóm.

Nội dung:

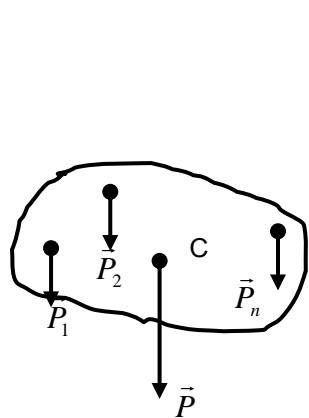
- Công thức tính trọng tâm một số hình phẳng đơn giản

1.1 *Lý thuyết*

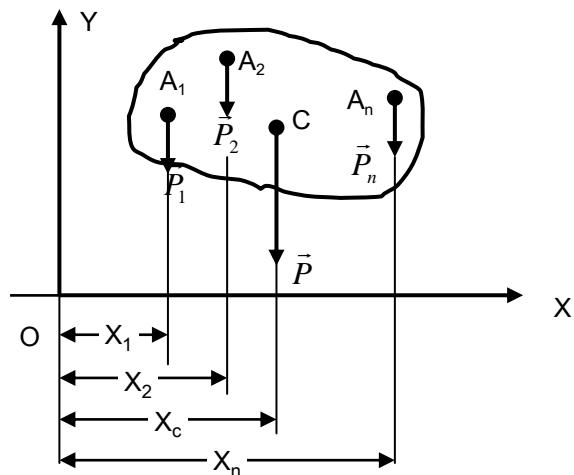
Giả sử vật rắn A (hình 11.8.1) ta chia vật ra thành n phần tử nhỏ sao cho mỗi phần tử nhỏ là một chất điểm. mỗi phần tử nhỏ này có trọng lực là $(\vec{P}_1, \vec{P}_2, \dots, \vec{P}_n)$ và các lực này có ph- ơng thẳng đứng, có hợp lực là \vec{P} đặt ở điểm cố định C, có trị số:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum P_i$$

Lực \vec{P} gọi là trọng lực. Điểm đặt C của trọng lực gọi là trọng tâm ta có định nghĩa:
Trọng tâm của vật rắn là điểm đặt của trọng lực.



Hình 8.1



Hình 8.2

8.1.2 Tính trung tâm của hệ phẳng

Giả sử vật rắn đồng chất là tấm phẳng S , có diện tích F , chiều dày b , khối lượng riêng ρ . Ta chia vật rắn ra thành n phần tử, có các trọng lực tương ứng $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \dots, \vec{P}_n$ đặt tại các điểm có tọa độ tương ứng $A_1(x_1, y_1), A_2(x_2, y_2), \dots, A_n(x_n, y_n)$.

Trọng lực \vec{P} của tấm phẳng đặt tại điểm C có tọa độ tương ứng $C(x_c, y_c)$. Chọn hệ trục tọa độ Oxy sao cho trục oy song song với lực \vec{P} (hình 11.8.2)

Theo định lý Varinông ta có:

$$m_o(\vec{P}) = \sum m_o(\vec{P}_i)$$

Mặt khác

$$m_o(\vec{P}) = P \cdot x_c$$

$$\sum m_o(\vec{P}_i) = \sum P_i \cdot x_i$$

Suy ra: $P \cdot x_c = \sum P_i \cdot x_i$

$$x_c = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{P}$$

Thay vai trò trục x bằng trục y ta có:

$$y_c = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{P}$$

Ngoài ra:

$$P = m \cdot g = \gamma \cdot F \cdot b \cdot g$$

$$P_i = m_i \cdot g = \gamma \cdot \Delta F_i \cdot b \cdot g$$

$$x_c = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{P} = \frac{\sum \gamma \cdot \Delta F_i \cdot b \cdot g \cdot x_i}{\gamma \cdot F \cdot b \cdot g}$$

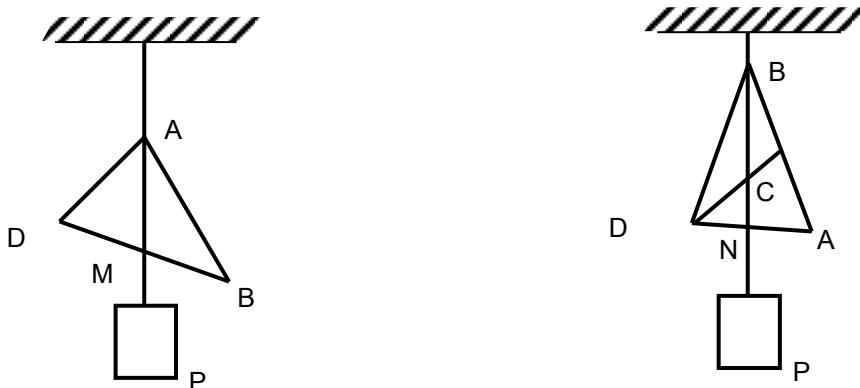
Vậy:

$$\begin{cases} x_c = \frac{\sum \Delta F_i \cdot x_i}{F} \\ y_c = \frac{\sum \Delta F_i \cdot y_i}{F} \end{cases}$$

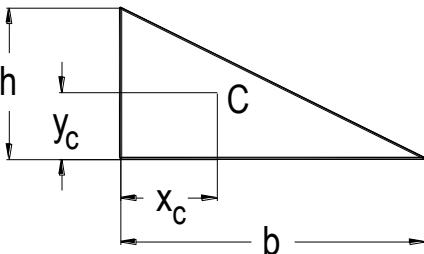
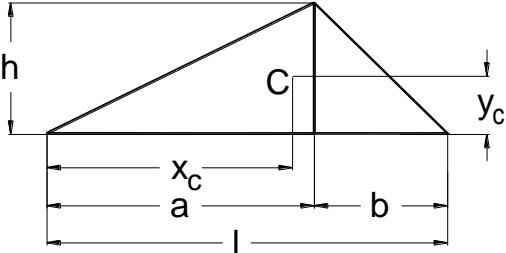
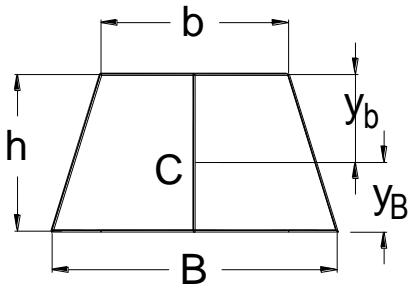
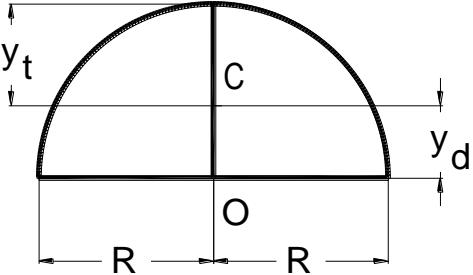
8.2. CÁC PHƯƠNG PHẠM XUỐC ẶNH TRỌNG TÂM

8.2.1. Phương pháp thắc nghĩa m.

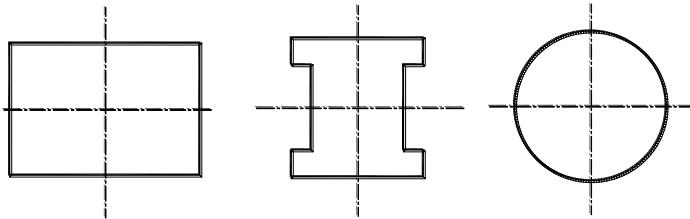
Ta treo tấm phẳng mỏng tam giác bằng một sợi dây qua đỉnh A (hình 11.8.3) đầu d- ới dây buộc vật có trọng l- ợng P thì sợi dây thẳng đứng trùng với trung tuyến AM của tam giác ABD. Điều này chứng tỏ trọng tâm của tam giác nằm trên trung tuyến AM. Cũng làm t- ơng tự nh- vây với điểm B, khi đó sợi dây trùng với trung tuyến BN (hình 11.8.4). Giao điểm C của các trung tuyến AM và BN chính là trọng tâm của tam giác ABD.



Hình 8.4

Hình vẽ	Diện tích	Vị trí trọng tâm
	$F = \frac{1}{2} (a + b)h$	$x_c = \frac{1}{3} b$ $y_c = \frac{1}{3} h$
	$F = \frac{1}{2} l.h$	$x_c = \frac{1}{3} (a + b)$ $y_c = \frac{1}{3} h$
	$F = \frac{B+b}{2}.h$	$y_B = \frac{B+2b}{B+b} \cdot \frac{h}{3}$ $y_b = \frac{2B+b}{B+b} \cdot \frac{h}{3}$
	$F = \frac{\pi d^2}{8}$	$y_t = 0,2878.d$ $y_d = 0,2122.d$

8.2.2, Câng thíc tñh trñg tâm cña mít sñh hñh khñi ñnh gñh



Hình 8.5

Ví dñ 1: Cho mít bñh ñng chít cù

kích th- óc nh- (hình 11.8.6). Hãy xác định trọng tâm của bản.

Bài giú:

Ta dựng hệ trục Oxy và chia hình trên thành ba phần. Tính tọa độ trọng tâm của mỗi phần và diện tích của chúng. (hình 11.8.7)

	1	2	3
x_k	-1	1	4
y_k	1	3	5
F_k	4	12	8

Điều kiện của bản là:

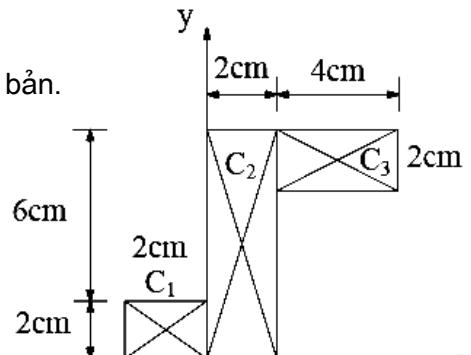
$$F = F_1 + F_2 + F_3 = 4+12+8 = 24 \text{ cm}^2$$

Theo công thức

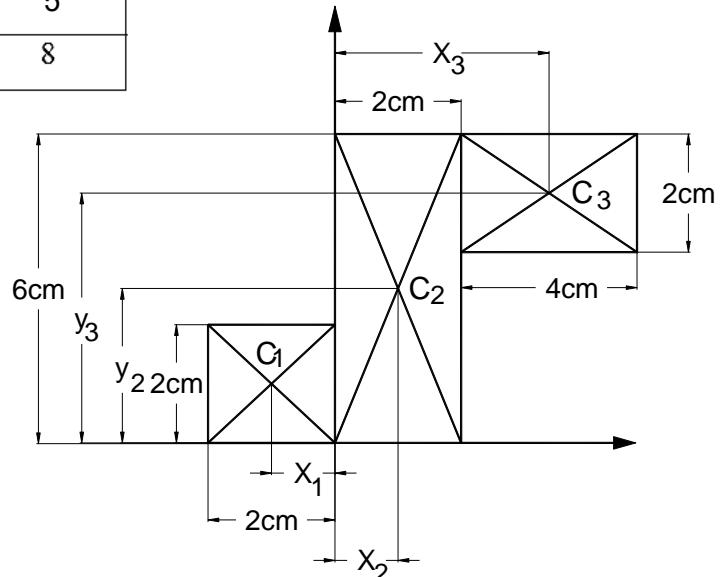
$$x_c = \frac{\sum \Delta F_i \cdot x_i}{F}$$

$$y_c = \frac{\sum \Delta F_i \cdot y_i}{F}$$

Ta có:



Hình 8.6



Hình 8.6

$$x_c = \frac{\sum \Delta F_i \cdot x_i}{F} = \frac{-1 \cdot 4 + 1 \cdot 12 + 4 \cdot 8}{24} = \frac{5}{3}$$

$$y_c = \frac{\sum \Delta F_i \cdot y_i}{F} = \frac{1 \cdot 4 + 3 \cdot 12 + 5 \cdot 8}{24} = \frac{10}{3}$$

Giáo thi u :

- Giúp học sinh biết đ- ợc các khái niệm về vật rắn chuyển động tịnh tiến, quay, song phẳng..

Mục tiêu thíc h n:

- Phân biệt đ- ợc các chuyển động: tịnh tiến, quay, song phẳng của vật rắn.
- Nhận biết đ- ợc các chuyển động: tịnh tiến, quay, song phẳng của vật rắn

Nội dung chính:

- Chuyển động tịnh tiến
- Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định
 - Không sỹt chuyhn cung quay cña vốt rn*
 - Không sỹt chuyhn cung quay cña cyc cm thuoc vốt rn:*
- Chuyển động song phẳng của vật rắn

Các hính thíc h chính:

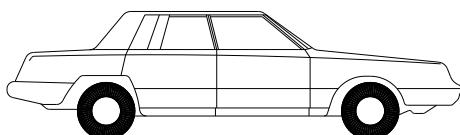
- Học trên lớp về các khái niệm về chuyển động tịnh tiến, quay và song phẳng
- Các ví dụ giải các bài toán về chuyển động tịnh tiến, quay và song phẳng
- Học theo nhóm.

Nội dung:

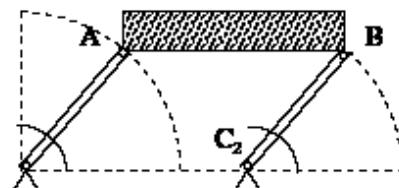
9.1. Chuyển động tịnh tiến

- 10. Định nghĩa:** Chuyển động của vật rắn đ- ợc gọi là tịnh tiến khi một đoạn thẳng bất kỳ thuộc vật giữ ph- ơng không đổi trong quá trình chuyển động.

Ví d Chuyển động của một thùng xe trên một đoạn thẳng (hình 11.9.1), chuyển động của thanh truyền AB trong cơ cấu hình bình hành (hình 11.9.2)



(hình 11.9.1)



(hình 11.9.2)

11. Tính chất: Định lý. Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến, các điểm thuộc vật vẽ nên những quỹ đạo đồng nhất (có thể đặt trùng khít lên nhau) tại mỗi thời điểm các điểm thuộc vật có vận tốc bằng nhau và gia tốc bằng nhau.

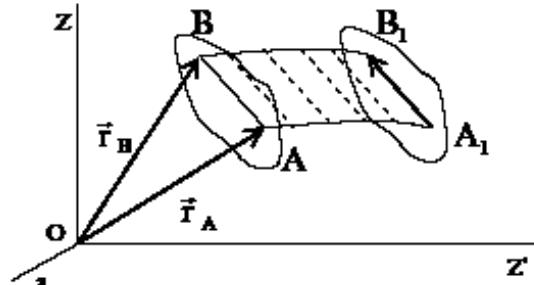
Chứng minh: Lấy hai điểm bất kỳ A, B thuộc vật các vectơ định vị của chúng liên hệ với nhau bằng hệ thức sau: $\vec{r}_B = \vec{r}_A + \vec{AB}$

Trong đó: \vec{AB} là vectơ hằng: có módun không đổi (do tính chất vật rắn tuyệt đối) và ph- ơng chiều không đổi (do vật rắn chuyển động tịnh tiến) do đó vị trí của điểm B có đ- ợc bằng cách tr- ợc điểm A trên giá của vectơ \vec{AB} . Với vectơ hằng \vec{AB} . Trong phép tr- ợt này quỹ đạo điểm A sẽ đến trùng với quỹ đạo điểm B, tức quỹ đạo điểm A có thể đặt trùng khít lên quỹ đạo điểm B (hình 11.9.3).

Do \vec{AB} là vectơ hằng: $\frac{d\vec{AB}}{dt} = 0$

$$\text{Vậy: } \frac{d\vec{r}_B}{dt} = \frac{d\vec{r}_A}{dt} \rightarrow \vec{v}_B = \vec{v}_A,$$

$$\frac{d^2\vec{r}_B}{dt^2} = \frac{d^2\vec{r}_A}{dt^2} \rightarrow \vec{a}_B = \vec{a}_A$$



(hình 11.9.3)

Nh- vậy về mặt động học vật rắn chuyển động tịnh tiến đ- ợc thay thế bằng một chất điểm. để khảo sát nó có thể sử dụng các ph- ơng pháp đã đ- ợc trình bày trong ch- ơng 4.

Ví dụ:

Một vật rắn bắn ra theo ph- ơng ngang với vận tốc ban đầu v_0 sau đó rơi xuống theo quy luật: $x = v_0 t$; $y = \frac{1}{2} g t^2$

Tìm quỹ đạo, vận tốc, gia tốc toàn phần, gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến, bán kính cong của quỹ đạo tại một thời điểm t bất kỳ.

Khử thời gian t trong ph- ơng trình chuyển động ta đ- ợc ph- ơng trình quỹ đạo:

$$y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2$$

Đây là ph- ơng trình parabol. (xem hình 9.4).

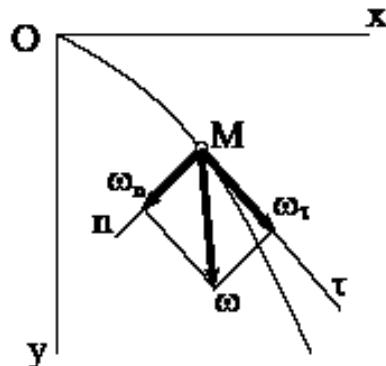
Vận tốc của vật xác định đ- ợc

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = gt$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

Gia tốc của điểm đ- ợc xác định nh- sau:



(hình 11.9.4)

Suy ra $w = g$. Gia tốc của vật bằng gia tốc trọng tr- ờng.

Để xác định gia tốc tiếp tuyến ta có:

$$w_t = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} = \frac{g^2 t}{v}$$

Theo kết quả ở trên $v^2 = v_0^2 + g^2 t^2$ nên suy ra:

$$t = \frac{1}{g} \sqrt{v^2 - v_0^2}$$

Thay vào biểu thức của w_t ta đ- ợc:

$$w_t = g \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{v^2}}$$

Từ kết quả này ta thấy tại thời điểm ban đầu $v = v_0$ thì $w_t = 0$

Khi $v \rightarrow \infty$ thì $w_t \rightarrow g$.

Tiếp theo ta xác định gia tốc pháp tuyến căn cứ vào biểu thức:

$$w^2 = w_t^2 + w_n^2$$

$$\text{Ta có: } w_n^2 = w^2 - w_t^2 = g^2 + g^2 \left(1 - \frac{v_0^2}{v^2} \right) = g^2 \cdot \frac{v_0^2}{v^2}$$

$$\text{Suy ra: } w_n = g \frac{v_0}{v}$$

Tại thời điểm đầu $v = v_0$ do đó $w_n = g$.

Từ biểu thức tìm đ- ợc của w_n ta có thể xác định đ- ợc bán kính cong của quỹ đạo.

$$w_n = \frac{v^2}{\rho} \text{ suy ra } \rho = \frac{v^2}{w_n} \text{ hay } \rho = \frac{v^3}{v_0 \cdot g}$$

$$\text{Tại thời điểm đầu } v = v_0 \text{ ta có: } \rho = \frac{v_0}{g}$$

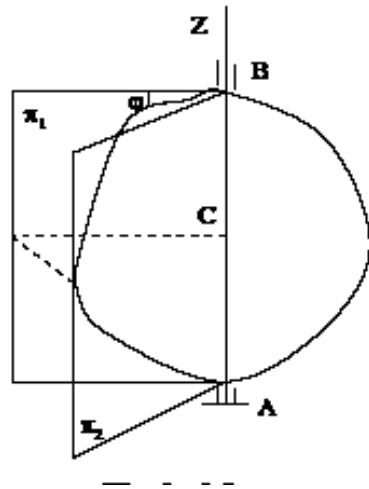
Khi $v \rightarrow \infty$ thì $\rho \rightarrow \infty$.

9.2. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định

- Định nghĩa: Chuyển động của vật rắn có hai điểm luôn luôn cố định đ- ợc gọi là chuyển động quay quanh một trục cố định. Đ- ờng thẳng đi qua hai điểm cố định đ- ợc gọi là trục quay (hình 11.5-5).

Khi một vật quay quanh một trục cố định, mỗi điểm thuộc vật chuyển động trên một đ- ờng tròn có tâm nằm trên trục quay, có bán kính bằng khoảng cách từ điểm đó đến trục quay (bán kính quay của điểm).

Để khảo sát chuyển động của vật chỉ cần khảo sát chuyển động của một tiết diện phẳng bất kỳ vuông góc với trục quay.



Hình 9.5

9.2.1 Khoảng sỹt chuyen động quay cua vett ron

+ **Phương trình chuyển động:** Góc định vị $\bar{\varphi}$ của tiết diện phẳng là góc giữa trục cố định Ix với bán kính quay IM của tiết diện phẳng:

$$\bar{\varphi} = \bar{\varphi}(t) \quad (5-1)$$

đ- ợc gọi là ph- ơng trình chuyển động của vật quay

+ **Vốn tuc goc ca vett**, ký hiệu $\bar{\omega}$

$$\bar{\omega} = \frac{d\bar{\varphi}}{dt} = \bar{\omega}(t) \quad (5-2)$$

Dấu của $\bar{\omega}$ biểu diễn chiều quay

$\bar{\omega} > 0$ - vật quay theo chiều d-ơng

$\bar{\omega} < 0$ - vật quay theo chiều âm

- Giá trị vận tốc góc $\omega = |\bar{\omega}|$ biểu diễn tốc độ quay của vật, đ-ợc tính bằng rad/s (hoặc 1/s):

$$\omega = \frac{\pi n}{30} (\text{rad/s}) \quad (5-3)$$

trong đó: n là số vòng quay trong một phút của vật.

+ **Gia tốc góc của vort**, ký hiệu $\bar{\varepsilon}$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{d\bar{\omega}}{dt} \equiv \bar{\omega} \quad (\text{rad/s hoặc 1/s}) \quad (5-4)$$

+ **Dữu hiếu chuyển động quay nhanh dần, chậm dần**: chuyển động quay đ-ợc gọi là nhanh dần (chậm dần) nếu $|\bar{\omega}|$ tăng theo thời gian (giảm theo thời gian). Do dấu hiệu của chuyển động nhanh dần, chậm dần sẽ là:

$$\bar{\omega}\bar{\varepsilon} > 0$$

$$\bar{\omega}\bar{\varepsilon} < 0$$

Dấu “>” ứng với chuyển động nhanh dần, còn Dấu “<” ứng với chuyển động chậm dần.

+ **Các chuyển động quay đặc biệt** (chọn chiều d-ơng thuận chiều quay)

* Chuyển động quay đều:

$$\omega = \omega_0 = \text{const}; \quad \varepsilon = 0; \quad \varphi = \omega_0(t - t_0) + \varphi_0$$

trong đó $\varphi_0 \equiv \varphi(t_0)$

* Chuyển động quay biến đổi đều:

$$\bar{\varepsilon} = \pm \varepsilon_0 = \text{const}; \quad \bar{\omega} = \pm \omega_0(t - t_0) + \omega_0; \quad \bar{\varphi} = \pm \frac{1}{2} \varepsilon_0(t - t_0)^2 + \omega_0(t - t_0) + \varphi_0 \quad (5-7)$$

trong đó: $\omega_0 = \bar{\omega}(t_0); \quad \varphi_0 = \bar{\varphi}(t_0)$. Dấu “+” ứng với chuyển động nhanh dần đều, còn Dấu “-“ ứng với chuyển động chậm dần đều.

9.2.2 Khảo sát chuyển động quay của cyle mom thuốc vorti

- Khảo sát một điểm M có bán kính quay R ($R=IM$).

+ Phóng tronth chuyh chng cña m m dlc quob: $\vec{s} = R\vec{\varphi}(t)$ (5-8)

$$+ Vốn tlc cm M: \vec{v}_M = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

- Ph- ơng: vuông góc với bán kính quay R

- Chiều: thuận chiều quay (thuận với $\vec{\omega}$)

- Giá trị: $v_M = R\omega$ (5-9)

$$+ Gia tlc cña cm M: \vec{a}_M = \vec{a}^t + \vec{a}^n$$

Trong đó: \vec{a}^t là thành phần gia tốc tiếp, còn \vec{a}^n là gia tốc pháp.

* Gia tốc tiếp \vec{a}^t :

- Ph- ơng vuông góc với bán kính quay.

- Chiều: thuận chiều \vec{v} nếu vật quay nhanh dần, và ngược chiều \vec{v} nếu vật quay chậm dần (thuận chiều với $\vec{\omega}$).

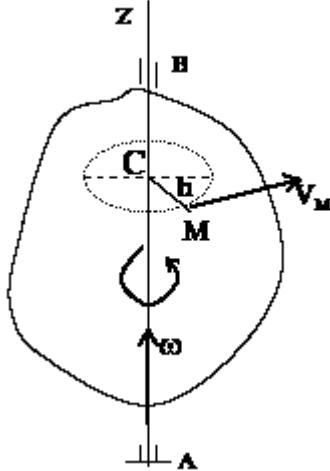
- Giá trị: $|\vec{a}^t| = R|\vec{\omega}|$ (5-10)

* Gia tốc pháp \vec{a}^n :

- Ph- ơng dọc bán kính quay.

- Chiều: h- ơng vè trực quay (gia tốc h- ơng tâm).

- Giá trị: $|\vec{a}^n| = R\omega^2$ (5-11) (hnxh 11.9.6)



Ví dụ:

Một bánh đà đang quay với vận tốc $n = 90$ vòng/phút ng- ời ta hãm cho nó quay chậm dần đều cho đến khi dừng hẳn hết 40 giây. Xác định số vòng quay bánh đà quay đ- ợc trong thời gian hãm đó.

Bài giải.

Ph- ơng trình chuyển động của bánh đà là :

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon}{2} t^2; \quad \omega = \omega_0 - \varepsilon t$$

ở đây ta chọn góc quay ban đầu $\omega_0 = 0$.

Tại thời điểm $t_0 = 0$, $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ tại thời điểm $t = t_1$ khi bánh đà dừng hẳn $\omega = \omega_1 = 0$. Suy ra

$$\therefore \omega = 0 = \omega_0 - \varepsilon \cdot t \text{ hay } \varepsilon = \frac{\omega_0}{t}$$

Thay vào trên ta tìm đ- ợc :

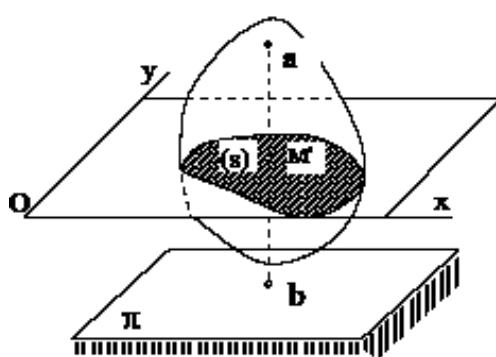
$$\varphi = 2\pi N = \frac{\pi n t_1}{30} - \frac{\pi n t_1}{60} = \frac{\pi n t_1}{60}$$

$$\text{Hay } N = \frac{nt_1}{120} = 30 \text{ (vòng)}$$

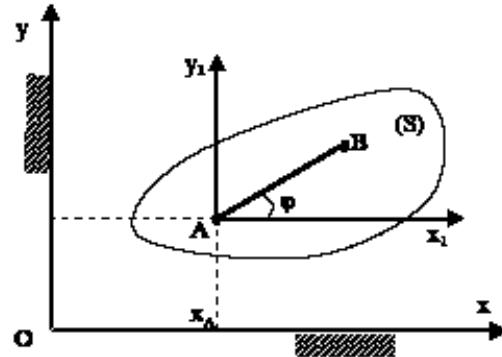
Từ khi bắt đầu phanh cho đến khi dừng hẳn bánh đà còn quay đ- ợc 30 vòng nữa.

9.3. Chuyển động song phẳng của vật rắn

- Định nghĩa: Chuyển động song phẳng của vật rắn đ- ợc gọi là chuyển động song phẳng khi mỗi điểm thuộc vật luôn luôn di chuyển trong một mặt phẳng song song với một mặt phẳng cố định đ- ợc chọn tr- ớc đ- ợc gọi là mặt phẳng quy chiếu (hình 11.9.7)



Hình 9.7



(hình 11.9.8)

- Mô hình: việc khảo sát chuyển động của vật rắn đ- ợc đ- a về khảo sát chuyển động của một tiết diện phẳng của nó trong mặt phẳng chứa tiết diện, song song với mặt phẳng quy chiếu (hình 11.9.8). Trong các cơ cấu phẳng, các khâu của nó đều chuyển động song phẳng.

Ví dụ: Cơ cấu tay quay thanh truyền cơ cấu bốn khâu, bánh xe lăn không tr- ợt theo một đ- ờng cong phẳng.

- Khảo sát chuyển động của các vật rắn

a/ Phân tích chuyển động hình phẳng S thành chuyển động tịnh tiến và quay.

Chọn một điểm O thuộc vật và hệ trục Oxy có trục Ox và Oy luôn luôn song song với các trục O₁x₁, O₁y₁ t- ơng ứng. Đối với hệ trục Oxy tám phẳng quay quanh trục qua O và góc

định vị $\bar{\varphi}_s$ (vận tốc góc $\bar{\omega}_s = \bar{\varphi}(t)$, gia tốc góc $\bar{\varepsilon}_s = \bar{\omega}_s(t) = \bar{\varphi}'(t)$, còn hệ trục Oxy chuyển động tịnh tiến đối với hệ trục cố định $O_1x_1y_1$ với các thông số định vị $\bar{x}_0(t), \bar{y}_0(t)$ (với vận tốc $\vec{v}_0(t)$, gia tốc góc $\vec{a}_0(t)$)

Bằng cách nh- vậy, chuyển động của hình phẳng S đ- ợc phân tích thành chuyển động tịnh tiến cùng với hệ trục Oxy và chuyển động quay đối với hệ trục này

b/ Các yếu tố động học của chuyển động hình phẳng

Để xác định chuyển động hình phẳng cần xác định chuyển động tịnh tiến của hệ trục Oxy (qua vận tốc và gia tốc cực O) và chuyển động quay của hình phẳng quanh trục qua O và thẳng góc với mặt phẳng của hình phẳng (qua vận tốc góc và gia tốc góc). Các đại l- ợng (hình 11.9.9): $\vec{v}_0, \vec{a}_0, \bar{\omega}_s, \bar{\varepsilon}_s$ đ- ợc gọi là các yếu tố động học của hình phẳng chuyển động song phẳng. Các đại l- ợng \vec{v}_0, \vec{a}_0 phụ thuộc vào việc chọn cực, còn các đại l- ợng $\bar{\omega}_s, \bar{\varepsilon}_s$ không phụ thuộc vào việc chọn cực.

MỤC TIỂU THỰC HÌNH:

Giải thích đ- ợc các khái niệm: công, công suất, động năng, thế năng, động l- ợng.

Phân biệt đ- ợc các đại l- ợng: công, công suất, động năng, thế năng, động l- ợng.

Tính toán đ- ợc các đại l- ợng: công, công suất, động năng, thế năng, động l- ợng theo các công thức giải tích đã học.

NỘI DUNG:

10.1. Công

Khái niệm: là đại l- ợng đánh giá tác dụng của lực theo di chuyển của điểm đặt lực.

Khi có lực tác dụng làm cho chất điểm di chuyển đ- ợc một đoạn, nó liên hệ với một đại l- ợng đ- ợc gọi là công của lực.

Công của lực không đổi và điểm đặt lực di chuyển dọc theo đ- ờng thẳng trùng với ph- ơng của lực tác dụng, ký hiệu A tính theo công thức:

$$A = \pm F s$$

Lấy dấu "+" khi điểm đặt ủa lực di chuyển cùng chiều lực, Lấy dấu "-" trong tr- ờng hợp ng- ợc lại (hình 11.8.21 a, b)

Tr- ờng hợp ph- ơng của lực hợp với ph- ơng di chuyển một góc α (hình 11.8.22 a, b): ta phân lực \vec{F} ra hai thành phần \vec{F}_1 và \vec{F}_2 .

Thành phần \vec{F}_1 vuông góc với ph- ơng di chuyển và \vec{F}_2 dọc ph- ơng di chuyển lực \vec{F}_1 không gây chuyển động theo ph- ơng của nó nên công ứng với bằng không, còn thành phần \vec{F}_2 h- ống dọc ph- ơng di chuyển, công của nó đ- ợc tính theo công thức (8 - 35)₁.

Vậy công của lực \vec{F} bằng công của lực \vec{F}_2 : (hình 11.8.22 a, b)

$$A = \pm F_2 s = \pm F \cos \alpha s$$

Khi $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ thì $A > 0$ và khi đó ta có công động.

Khi $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ thì $A < 0$ và khi đó ta có công cản

- Biểu thức

- Đơn vị:

Đơn vị công bằng đơn vị lực x đơn vị độ dài

Đơn vị công th- ờng đ- ợc dùng là Niutơn. mét (Nm) và các bội số của nó.

Đơn vị Nm còn đ- ợc gọi là jun (j)

Tr- ờng hợp khi lực có ph- ơng chiều và giá trị thay đổi (hình 11.8.23):

Trong tr- ờng hợp này ta tính công của lực ứng với di chuyển bé (di chuyển vô cùng bé).

Khi đó có thể xem đoạn đ- ờng di chuyển là thẳng và lực có ph- ơng, chiều và giá trị không đổi (bỏ qua sự thay đổi bé của chúng) và nhờ vậy có thể sử dụng công thức (8 – 35). Công của lực trong di chuyển vô cùng bé của điểm đặt lực đ- ợc gọi là công nguyên tố, ký hiệu dA đ- ợc tính theo công thức: $dA = \overline{F}_t ds$

Trong đó: \overline{F}_t là hình chiếu của lực \vec{F} trên ph- ơng tiếp tuyến của quỹ đạo điểm đặt lực,

còn ds là đoạn di chuyển dễ dàng nhận đ- ợc: $\overline{F}_t = |\vec{F}| \cos \alpha; |ds| = |\vec{dr}|$

Trong đó: α là góc giữa lực \vec{F} và ph- ơng d- ơng của tiếp tuyến (ph- ơng d- ơng của tiếp tuyến đ- ợc chọn phù hợp với ph- ơng d- ơng của quỹ đạo của điểm đặt lực), \vec{dr} là véctơ di chuyển vô cùng bé, do đó:

$$dA = |\vec{F}| |\vec{dr}| \cos(\vec{F}, \vec{dr}) = \vec{F} \cdot \vec{dr} = F_x dx + F_y dy + F_z dz \quad (8-36)$$

Để tính công A của lực khi điểm đặt lực di chuyển từ vị trí M_1 , đến vị trí M_2 ta cần chia cung $M_1 M_2$ thành nhiều cung nhỏ và tính công (công nguyên tố) trong các đoạn di chuyển nhỏ và cộng lại. Bằng cách đó ta có:

$$A = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot \vec{dr} = \int_{M_1}^{M_2} F_x dx + F_y dy + F_z dz \quad (8-37)$$

10.2. Công suất:

Khái niệm: Công suất của lực là công của lực ứng với một đơn vị thời gian, ký hiệu W .

* Trong tr- ờng hợp lực có ph- ơng, chiều và giá trị không đổi, điểm đặt lực di chuyển theo đ- ờng thẳng thì:

$$\text{- Biểu thức} \quad W = \frac{A}{t_2 - t_1}$$

A là công thức sinh ra trong khoảng thời gian ($t_2 - t_1$) ứng với điểm đặt lực di chuyển từ M_1 đến M_2 , nó đ- ợc tính theo công thức (8 – 35)₁, hoặc công thức (8 – 35)₂.

- Đơn vị: Đơn vị của công suất là jun/giây, ký hiệu j/s, còn đ- ợc gọi là oát, ký hiệu W.

* Trong tr-ờng hợp lực thay đổi theo thời gian về ph-ơng, chiều và giá trị, còn điểm đặt lực di chuyển theo đ-ờng cong thì:

$$W = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \frac{d\vec{r}}{dt} \equiv \vec{F}\vec{v} = F_x \dot{x} + F_y \dot{y} + F_z \dot{z} \quad (8 - 38)$$

Công suất của hệ lực: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N)$ đ- ợc tính theo công thức:

$$W = \frac{dA}{dt} = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k \vec{v}_k = \sum_{k=1}^N (F_{kx} \dot{x}_k + F_{ky} \dot{y}_k + F_{kz} \dot{z}_k) \quad (8 - 39)$$

Công A của lực có thể tính theo công thức:

$$A = \int W dt \quad (8 - 40)$$

□ đây cận lấy tích phân đ- ợc lấy ứng với vị trí của cơ hệ của vị trí đầu và vị trí cuối của cơ hệ trong di chuyển.

10.3. Động năng

- Khái niệm: Gọi W_f và W_{qt} lần l- ợt là tổng công suất của các lực tác dụng lên cơ hệ và của các lực quán tính của các chất điểm thuộc cơ hệ:

$$W_F = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k \vec{v}_k$$

$$W_{qt} = \sum \vec{F}_k^{qt} \vec{v}_k = - \sum m_k \frac{d\vec{v}_k}{dt} \vec{v}_k = - \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \sum m_k \vec{v}_k^2 \right) = - \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \sum m_k v_k^2 \right)$$

Đại l- ợng $\frac{1}{2} m_k v_k^2$ đ- ợc gọi là động năng của chất điểm M_k và: $T = \frac{1}{2} \sum m_k v_k^2$.

đ- ợc gọi là động năng của cơ hệ. Đơn vị của động năng là kg $\frac{m^2}{s^2}$. Vậy: $W_{qt} = \frac{dT}{dt}$

Vì hệ lực (10 – 1) cân bằng nên tổng công suất của các lực thuộc hệ triệt tiêu. Vậy:

$$W_{qt} + W_F = 0 \rightarrow \frac{dT}{dt} = \sum \vec{F}_k \vec{v}_k \quad (10 - 23)$$

Định lý: Đạo hàm theo thời gian động năng của cơ hệ bằng tổng công suất của tất cả các lực (gồm các nội lực và ngoại lực hoặc các lực liên kết và lực hoạt động) tác dụng lên các chất điểm thuộc cơ hệ.

Từ (10 – 23) ta có:

$$dT = \sum \vec{F}_k \vec{v}_k dt = \sum \vec{F}_k d\vec{r}_k = \sum dA_k \quad (10 - 24)$$

Định lý: Vi phân động năng cơ hệ bằng tổng công nguyên tố của các lực (nội lực và ngoại lực hoặc lực tác động và lực liên kết) tác dụng lên cơ hệ.

Khi phân tích hai vế của đẳng thức (10 – 24) với các cận t- ơng ứng ta có:

$$T - T_0 = \sum A_k \quad (10 - 25)$$

Định lý: Biến thiên động năng của cơ hệ trong một khoảng thời gian nào đó bằng tổng công của các lực (nội lực và ngoại lực hoặc lực hoạt động và lực liên kết) sinh ra trong chuyển dời ứng với khoảng thời gian đó.

Cần chú ý rằng khác với các định lý động l- ơng chuyển động khối tâm và mômen động l- ơng, nội lực làm biến đổi động năng cơ hệ. Vì lý do đó định lý động năng phản ánh sâu sắc bản chất quá trình thay đổi chuyển động của cơ hệ và nhờ nó trạng thái chuyển động cơ hệ đ- ợc nghiên cứu sâu sắc.

- Biểu thức:

+ *Võt rắn chuyển động tròn trĩnh:* Vật có khối l- ơng m , chuyển động với vận tốc \vec{v} . Trong trường hợp này các phần tử của vật đều có cùng vận tốc \vec{v} . Do đó, (hình 11.10.4):

$$T = \frac{1}{2} \sum m_k v_k^2 = \frac{1}{2} \sum m_k v^2 = \frac{1}{2} (\sum m_k) v^2 = \frac{1}{2} m v^2 \quad (10 - 26)$$

Vật rắn chuyển động quay quanh một trục cố định (hình 11.10.5). Xét một phần tử M_k của vật rắn có khối l- ơng m_k nằm cách trục quay một khoảng h_k (bán kính quay). Gọi ω là vận tốc góc của vật. Vận tốc của chất điểm M_k đ- ợc tính theo công thức:

$$V_k = h_k \omega$$

Do đó:

$$T = \frac{1}{2} \sum m_k v_k^2 = \frac{1}{2} \sum m_k h_k^2 \omega^2 = \frac{1}{2} (\sum m_k h_k^2) \omega^2 = \frac{1}{2} I_\Delta \omega^2 \quad (10 - 27)$$

Trong đó: I_Δ là mômen quán tính của vật rắn đối với trục quay

+ *Võt rắn chuyển động song phẳng:* Xét trường hợp một tấm phẳng có khối l- ơng m , vận tốc khối tâm \vec{v}_c và vận tốc góc $\vec{\omega}_s$ (đối với hệ trực toạ độ tịnh tiến cùng với khối tâm). Gọi P là vận tốc tức thời của tấm phẳng. Một phần tử M_k có khối l- ơng m_k cách tâm quay tức thời một đoạn h_k có vận tốc bằng $v_k = h_k \omega$. Ta có (hình 11.10.6)

$$T = \frac{1}{2} \sum m_k v_k^2 = \frac{1}{2} \sum m_k h_k^2 \omega^2 = \frac{1}{2} (\sum m_k h_k^2) \omega^2 = \frac{1}{2} I_p \omega^2 \quad (10 - 28)$$

Trong đó: I_p là mômen quán tính của tấm phẳng đối với trục qua tâm vận tốc tức thời P và thẳng góc với mặt phẳng tấm.

Theo định lý về mômen quán tính đối với các trục song song (định lý 8 - 3), ta có:

$$I_p = I_c + m(PC)^2$$

Trong đó: I_c là mômen quán tính của tám đối với trục qua khối tâm C và thẳng góc với mặt phẳng tám.

$$\text{Do đó: } T = \frac{1}{2} I_p \omega^2 = \frac{1}{2} [I_c + m(PC)^2] \omega_s^2 = \frac{1}{2} m(PC \omega_s)^2 + \frac{1}{2} I_c \omega_s^2$$

Khi chú ý: $v_c = \omega_s PC$, ta có:

$$T = \frac{1}{2} m v_c^2 + \frac{1}{2} I_c \omega_s^2$$

- Đơn vị

10.4. Thống nơng.

- Khái niệm: Khi cơ hệ chuyển động trong tr-ờng lực thế thì tại từng vị trí của cơ hệ tiềm ẩn dạng năng l-ợng đ-ợc gọi là thế năng, ký hiệu Π , là tổng công của tất cả các lực thế tác dụng lên cơ hệ khi nó di chuyển từ vị trí đang xét ký hiệu vị trí "M" đến vị trí đ-ợc gọi làm gốc, ký hiệu "vị trí O", với nó các chất điểm của cơ hệ có vị trí $M_1^0, M_2^0, \dots, M_N^0$, còn vị trí "M" ứng với vị trí của cơ hệ khi các chất điểm có vị trí M_1, M_2, \dots, M_N . Vậy:

- Biểu thức $\Pi(M) = A_{\overline{MO}}$

Trong đó $A_{\overline{MO}}$ là tổng công các lực khi cơ hệ di chuyển từ "vị trí M" đến "vị trí gốc O". Vậy

$\Pi(M) = A_{\overline{MO}}$, với $A_{\overline{MO}}$ là tổng cộng các lực khi cơ hệ di chuyển từ vị trí "M" đến vị trí gốc "O". Từ đó suy ra $\Pi(0) = 0, \Pi(M') = A_{\overline{MM'}}$. Vì công của lực trong tr-ờng lực thế không phụ thuộc dạng quỹ đạo của điểm đặt các lực, nên cơ hệ di chuyển từ \square vị trí M" "đến vị trí O" có thể qua vị trí "M":

$$\Pi(M) = A_{\overline{MO}} = A_{\overline{MM'}} + A_{\overline{MO}} = A_{\overline{MM'}} + \Pi(M')$$

$$\text{Từ đây: } \Pi(M) = \Pi(M') = A_{\overline{MM'}} \quad (10 - 45)$$

Tức chênh lệch thế năng tại "vị trí M và vị trí M" bằng tổng cộng các lực khi cơ hệ di chuyển từ "vị trí M" đến "vị trí M"

- Đơn vị

10.5. Động l-ợng

- Khái niệm:

- Định lý: Gọi $\overrightarrow{R'_\varphi}$ véctơ chính của hệ lực (10 - 1). Vì hệ lực cân bằng nên véctơ chính của nó phải triệt tiêu. Do đó ta có:

$$\overrightarrow{R'_\varphi} = \sum \overrightarrow{F_k} + \sum \overrightarrow{F_k^{qt}} = 0 \quad (\text{a})$$

$\overrightarrow{F_k}$ là hợp lực của ngoại lực và nội lực tác dụng lên chất điểm M_k . Vì véctơ chính của hệ nội lực triệt tiêu nên:

$$\sum \overrightarrow{F_k} = \sum \overrightarrow{F_k^e} + \sum \overrightarrow{F_k^i} = \sum \overrightarrow{F_k^e}$$

Còn $\sum \overrightarrow{F_k^{qt}} = -\sum m_k \overrightarrow{a_k} = -\sum m_k \frac{d\overrightarrow{v_k}}{dt} = \frac{d}{dt}(\sum m_k \overrightarrow{v_k})$

$$\sum m_k \overrightarrow{v_k} = \overrightarrow{Q} \text{ đ- ợc gọi là động l- ợng của cơ hệ, là đại l- ợng đặt tr- ng cho chuyển động cơ hệ.}$$

Vậy đẳng thức a có thể viết nh- sau:

$$\sum \overrightarrow{F_k^e} - \frac{d\overrightarrow{Q}}{dt} = 0$$

Từ đó ta nhận đ- ợc: $\frac{d\overrightarrow{Q}}{dt} = \sum \overrightarrow{F_k^e} \quad (10 - 2)$

Vậy ta có định lý sau:

Định lý: Đạo hàm động l- ợng của cơ hệ theo thời gian bằng tổng các ngoại lực (véctơ chính của hệ ngoại lực) tác dụng lên cơ hệ. Từ (10 - 2) ta có:

$$d\overrightarrow{Q} = \sum \overrightarrow{F_k^e} dt$$

Tích phân hai vế trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 ta nhận đ- ợc:

$$\overrightarrow{Q}_2 - \overrightarrow{Q}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \sum \overrightarrow{F_k^e} dt = \sum \int_{t_1}^{t_2} \overrightarrow{F_k^e} dt = \sum \overrightarrow{S_k^e} \quad (10 - 3)$$

Định lý: Biến thiên của động l- ợng của cơ hệ trong một khoảng thời gian nào đó bằng tổng xung lực các ngoại lực tác dụng lên cơ hệ trong khoảng thời gian nào đó.

Đối với một trục Ox cố định, ta có:

$$\frac{dQ_x}{dt} = \sum F_{kx}^e, \quad (10 - 4)$$

$$Q_x^{(2)} - Q_x^{(1)} = \sum \int_{t_1}^{t_2} F_{kx}^e dt = \sum \bar{S}_{kx}^e \quad (10 - 5)$$

trong đó: chỉ số x ký hiệu hình chiếu của đại l- ợng t- ơng ứng trên trục x.

-Đơn vị