

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Chủ biên: Lê Ngọc Kính

Đồng tác giả: Trịnh Tài Phú – Nguyễn Xuân An - Lê Thị Hoa



GIÁO TRÌNH

CƠ LÝ THUYẾT

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội – 2012

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Giáo trình này sử dụng làm tài liệu giảng dạy nội bộ trong trường cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

Trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội không sử dụng và không cho phép bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào sử dụng giáo trình này với mục đích kinh doanh.

Mọi trích dẫn, sử dụng giáo trình này với mục đích khác hay ở nơi khác đều phải được sự đồng ý bằng văn bản của trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

LỜI GIỚI THIỆU

Ngày nay khoa học kỹ thuật phát triển như vũ bão, các ngành kỹ thuật chiếm một vị trí tương đối quan trọng trong nền kinh tế. Vì vậy việc đào tạo nhân lực cho các ngành kỹ thuật đóng vai trò quan trọng để tạo ra nguồn nhân lực có năng lực phục vụ cho nền kinh tế đang phát triển của nước ta.

Cơ lý thuyết là môn học cơ sở được giảng dạy trong các trường cao đẳng, đại học kỹ thuật. Nó không những là môn học cơ sở cho rất nhiều các môn học chuyên ngành mà còn có tiềm lực phát triển tư duy kỹ thuật cho sinh viên.

Giáo trình “ Cơ lý thuyết” được xây dựng trên cơ sở những giáo trình đã được giảng dạy trong các trường kỹ thuật kết hợp với kinh nghiệm giảng dạy của những giáo viên trong ngành. Giáo trình đã được biên soạn cho phù hợp với đặc điểm của sinh viên trường cao đẳng nghề.

Giáo trình “ Cơ lý thuyết” được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới, nội dung đề cập tới những kiến thức cơ bản, cốt lõi để đáp ứng được những tính chất đặc trưng của nghề cơ khí.

Trong khi biên soạn giáo trình tác giả đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh khỏi những khiếm khuyết. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến từ bạn đọc.

Cấu trúc chung của giáo trình có 3 phần:

Phần I : Cơ tĩnh học

Phần II: Động học

Phần III: Động lực học

Hà Nội, ngày 30 tháng 08 năm 2012

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Lê Ngọc Kính
2. Các GV tổ LT cơ sở

MỤC LỤC

Đề mục	Trang
Lời giới thiệu	2
Mục lục	3

Phần I: Tĩnh học

Chương I: Những khái niệm cơ bản và các nguyên lý tĩnh học

1. Những khái niệm cơ bản.	6
2. Các nguyên lý của tĩnh học.	8
3. Liên kết và phản lực liên kết.	10

Chương II: Hệ lực phẳng đồng quy.

1. Khảo sát hệ lực phẳng đồng quy bằng hình học.	15
2. Khảo sát hệ lực phẳng đồng quy bằng giải tích	17
3. Định lý ba lực phẳng không song song cân bằng.	19

Chương III: Hệ lực phẳng song song - Ngẫu lực - Momen của một lực đối với một điểm.

1. Hệ lực phẳng song song.	21
2. Momen của một lực đối với một điểm.	24
3. Ngẫu lực	26

Chương IV: Hệ lực phẳng bất kỳ.

1. Định nghĩa.	29
2. Định lý dời lực song song.	29
3. Thu gọn hệ lực phẳng bất kỳ về 1 tâm.	29
4. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ.	30

Chương V: Ma sát.

1. Ma sát trượt	34
2. Ma sát lăn	37

Chương VI: Hệ lực không gian.

1. Hệ lực không gian đồng quy.	41
2. Hệ lực không gian bất kỳ.	42

Chương VII: Trọng tâm.

1. Trọng tâm của vật.	48
2. Trọng tâm của vật thể có thể phân chia thành những vật đơn giản	49
3. Điều kiện cân bằng ổn định của vật quay quanh một trục cố định	52
4. Điều kiện cân bằng ổn định của vật tựa lên mặt phẳng nằm ngang	53

Phần II : Động lực.

Chương VIII: Động học điểm.

1. Một số khái niệm	54
2. Khảo sát chuyển động của điểm bằng phương pháp tự nhiên	54

3. Khảo sát chuyển động của điểm bằng phương pháp giải tích.	57
Chương IX: Chuyển động cơ bản của vật rắn.	
1. Chuyển động tịnh tiến.	62
2. Chuyển động của vật quay quanh trục cố định.	63
3. Chuyển động của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định.	64
Chương X: Chuyển động song phẳng.	
1. Khái niệm và phương pháp nghiên cứu vật chuyển động song phẳng.	67
2. Khảo sát chuyển động song phẳng bằng phương pháp tịnh tiến và quay.	68
3. Khảo sát chuyển động song phẳng bằng phép quay quanh tâm vận tốc tức thời.	70
Chương XI: Chuyển động tổng hợp của điểm.	
1. Khái niệm và định nghĩa các chuyển động trong chuyển động tổng hợp.	74
2. Định lý hợp vận tốc.	75
Phần III : Động lực học	
Chương XII: Cơ sở động lực học chất điểm.	
1. Những định luật cơ bản của động lực học chất điểm.	77
2. Lực quán tính và nguyên lý Đalămbe.	81
Chương XIII: Cơ sở động lực học hệ chất điểm.	
1. Hệ chất điểm, nội lực - ngoại lực.	86
2. Động lực học vật rắn.	87
Chương XIV: Công và công suất.	
1. Công của lực không đổi.	100
2. Công suất.	102
3. Hiệu suất.	103
Chương XV: Những định lý cơ bản động lực học.	
1. Định lý biến thiên động lượng của chất điểm.	105
2. Định lý biến thiên động lượng của hệ chất điểm.	106
3. Định lý biến thiên động năng của hệ chất điểm.	108
Trả lời các câu hỏi và bài tập	110

MÔN HỌC: CƠ LÝ THUYẾT

Mã môn học : MH09

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học

- *Vị trí:*

Môn học cơ lý thuyết là môn học kỹ thuật cơ sở. Nội dung kiến thức của nó hỗ trợ cho việc học tập các môn kỹ thuật cơ sở khác và các môn chuyên môn có liên quan.

Môn học được xếp ngay vào học kỳ I năm thứ nhất.

- *Tính chất:*

Cơ lý thuyết có tính chất lý luận tổng quát. Trong chuyên môn kỹ thuật nó được vận dụng để giải nhiều bài toán kỹ thuật.

Cơ lý thuyết sử dụng công cụ toán là chủ yếu. Lý thuyết của các chương được sử dụng theo phương pháp tiên đề nên rất chặt chẽ.

- *Ý nghĩa*

Tính toán về các yếu tố của lực tác dụng lên vật rắn ở trạng thái tĩnh (trạng thái cân bằng) và các yếu tố động học, động lực học của vật rắn.

- *Vai trò*

Là cơ sở tính toán cho môn Sức bền vật liệu và các môn chuyên ngành khác.

Mục tiêu môn học:

- Trình bày được các tiên đề, định luật cơ bản về tĩnh học, động học, động lực học.
- Xác định được các loại liên kết, vẽ được các phản lực liên kết.
- Sử dụng thành thạo các điều kiện cân bằng để tính được giá trị của các phản lực liên kết.
- Xác định được các yếu tố của các loại chuyển động cơ bản.
- Giải thích được các định luật quan hệ giữa lực và chuyển động.
- Phân tích được các phương pháp giải bài toán động lực học.
- Giải bài toán động lực học.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

PHẦN I : CƠ TÍNH HỌC

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mã chương: CHI

Những khái niệm cơ bản giúp chúng ta hiểu biết những đặc trưng, những mối liên hệ cơ bản nhất giữa các đại lượng tính toán trong phần này

Mục tiêu

+ Trình bày được: Các khái niệm về vật rắn tuyệt đối, lực, hệ lực, hợp lực, hai hệ lực tương đương, hệ lực cân bằng và nội dung các tiên đề tĩnh học.

+ Phân tích được các loại liên kết.

+ Vẽ được các phản lực liên kết.

+ Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. KHÁI NIỆM VỀ LỰC VÀ HỆ LỰC

Mục tiêu

+ Trình bày được: Các khái niệm về vật rắn tuyệt đối, lực, hệ lực, hợp lực, hai hệ lực tương đương, hệ lực cân bằng .

1.1. Vật rắn tuyệt đối

- Vật rắn tuyệt đối là vật rắn khi chịu tác dụng của lực vật không bị biến dạng.

- Biến dạng là sự thay đổi về hình dạng hình học và kích thước.

- Trong tính toán ở phần này ta có thể coi vật khảo sát là vật rắn tuyệt đối.

1.2. Trạng thái cân bằng

- Một vật ở trạng thái cân bằng nếu nó đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính.

- Hệ quy chiếu quán tính là hệ gắn liền với trái đất, trái đất coi như đứng yên khi ta khảo sát vật

1.3. Lực

a. Định nghĩa

- Là đại lượng đặc trưng cho tương tác cơ học giữa vật thể này với vật thể khác mà kết quả tác động của nó là làm cho vật bị biến dạng hoặc thay đổi trạng thái của vật (trạng thái chuyển động và hình dáng hình học)

b. Các yếu tố đặc trưng của lực

+ Điểm đặt: Là điểm mà tại đó vật nhận được tác dụng cơ học từ vật thể khác.

+ Phương và chiều: là phương và chiều chuyển động của vật chất dưới tác dụng của lực.

+ Độ lớn: Là số đo mức độ mạnh yếu của tương tác lực.

* Từ các yếu tố đặc trưng ta thấy lực là một đại lượng có hướng và độ lớn.

Do đó lực được biểu diễn là véctơ lực

Ví dụ: Véctơ AB biểu diễn lực

+ Đường thẳng (d) là đường tác dụng của lực (Hình 1-1)

c. Ký hiệu: Lực được ký hiệu bằng các chữ cái

in hoa trên đầu có dấu véctơ

Ví dụ :

d. Đơn vị đo : Niuton , kí hiệu : N

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

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

1.4. Hệ lực

- **Định nghĩa:** Hệ lực là tập hợp các lực cùng tác dụng lên một vật.

- Ký hiệu:

- **Phân loại :** Hệ lực phẳng, hệ lực không gian, hệ lực đồng quy và hệ lực song song

Ví dụ : Hệ lực (Hình 1-2)

1.5. Hai hệ lực tương đương

- **Định nghĩa:** Hai hệ lực được gọi là tương đương khi chúng cùng tác dụng lên một vật và kết quả tác dụng của chúng là như nhau

- Hai hệ lực tương đương có thể thay thế cho nhau.

- **Ký hiệu:**

hoặc

1.6. Hợp lực

- **Định nghĩa:** Là một lực duy nhất có tác dụng tương đương với hệ lực.

- Ký hiệu:

1.7. Hai lực trực đối

- Định nghĩa: Hai lực trực đối là hai lực cùng nằm trên một đường tác dụng, ngược chiều nhau và có cùng độ lớn.

Ví dụ :

1.8. Hệ lực cân bằng

- Định nghĩa: Là hệ lực khi tác dụng lên vật rắn không làm thay đổi trạng thái của vật, như khi vật chưa chịu tác dụng của hệ lực ấy. Tác dụng của hệ lực tương đương với không.

- Ký hiệu:

2. CÁC TIÊN ĐỀ TÍNH HỌC

Mục tiêu

- + Trình bày được nội dung các tiên đề tĩnh học.
- + Chứng minh được hệ quả của tiên đề 2.

2.1. Tiên đề 1: Cặp lực cân bằng

Điều kiện cần và đủ để một vật rắn nằm cân bằng dưới tác dụng của hai lực là: hai lực cùng nằm trên một đường tác dụng, hướng ngược nhau và cùng độ lớn.

2.2. Tiên đề 2: Thêm hoặc bớt cặp lực cân bằng

- Nội dung: Tác dụng của hệ lực không thay đổi khi ta thêm vào hoặc bớt đi cặp lực cân bằng.

Như vậy nếu là cặp lực cân bằng thì ta có thể thêm vào hệ lực cặp lực này. (Hình 1-7a)

~

Hoặc nếu là cặp lực cân bằng thì ta có thể bớt đi cặp lực này trong hệ lực. (Hình 1-7b)

~

- **Hệ quả: (Định lý trượt lực)**

Tác dụng của lực lên vật rắn không thay đổi khi trượt lực trên đường tác dụng của nó.

Chứng minh:

Vật chịu tác dụng của lực đặt tại điểm A, muốn di chuyển lực đến vị trí B.

Ta thêm vào cặp lực cân bằng đặt tại B có cùng phương, cùng độ lớn với lực (Hình 1-8). Ta có:

Ta có : ~

Mà là hai lực cân bằng nhau nên dựa vào tiên đề 2, bớt hai lực này .

Tức là ~ ~

~

~

~

2.3. Tiên đề 3: Tiên đề hình bình hành lực

Hai lực cùng tác dụng lên vật rắn tại một điểm tương đương với một lực đặt tại điểm chung đó và có vectơ lực bằng vectơ chéo của hình bình hành mà hai cạnh là hai vectơ lực đã cho.

+ Ví dụ: (Hình 1-9)

2.4. Tiên đề 4: *Tiên đề lực tác dụng và phản lực tác dụng*

Lực tác dụng và phản lực tác dụng giữa hai vật có cùng độ lớn, cùng đường tác dụng và ngược chiều nhau.

Chú ý: Lực tác dụng và phản lực tác dụng không phải là hai lực cân bằng vì chúng không cùng tác dụng lên một vật rắn

2.5. Tiên đề 5: *Hóa rắn*

Một vật cân bằng dưới tác dụng của một hệ lực thì khi hóa rắn lại nó vẫn cân bằng.

Nguyên lý 5 giúp chúng ta có thể sử dụng các kết quả đã nghiên cứu cho vật rắn cân bằng trong trường hợp vật biến dạng cân bằng. Tuy nhiên các kết quả đó chưa đủ để giải quyết bài toán cân bằng của vật biến dạng mà cần phải thêm các giả thuyết về biến dạng (Ví dụ như định luật Húc về biến dạng)

2.6. Tiên đề 6: *Thay thế liên kết:*

Vật không tự do (tức là vật chịu liên kết) cân bằng có thể được xem là vật tự do cân bằng nếu giải phóng các liên kết. Thay thế tác dụng của các liên kết được giải phóng bằng các phản lực liên kết tương ứng

3. LIÊN KẾT VÀ PHẢN LỰC LIÊN KẾT

Mục tiêu

- + Trình bày được định nghĩa liên kết, phản lực liên kết, nhận biết được các loại mối liên kết thường gặp
- + Phân tích được các loại liên kết.
- + Vẽ được các phản lực liên kết.

3.1. Liên kết

- Vật thể tự do: là những vật có thể thực hiện mọi chuyển động tùy ý theo mọi phương trong không gian mà không bị cản trở.

Ví dụ: Các vật thể ở trên không trung:

- Vật thể không tự do: Là những vật có một hoặc nhiều phương chuyển động bị cản trở.

Ví dụ : Tất cả các vật đặt trên mặt đất: Máy móc; đồ vật....

- Liên kết: Là những điều kiện cản trở (ràng buộc) về chuyển động hay xu hướng chuyển động giữa vật thể này với vật thể khác.

- Vật chịu liên kết (vật khảo sát): Là những vật có chuyển động (xu hướng chuyển động) bị cản trở.

Ví dụ : Quyển sách đặt trên bàn: Quyển sách là vật khảo sát

- Vật gây liên kết: Là những vật gây ra sự cản trở chuyển động (xu hướng chuyển động) của vật khảo sát.

3.2. Phản lực liên kết

a. Định nghĩa

Phản lực liên kết là lực do vật gây liên kết gây ra để chống lại chuyển động hay xu hướng chuyển động của vật khảo sát.

b. Các yếu tố đặc trưng

- Điểm đặt: Tại điểm tiếp xúc giữa vật khảo sát và vật gây liên kết.

- Phương, chiều: Cùng phương, ngược chiều với phương chiều chuyển động bị cản trở của vật khảo sát.

3.3. Một số liên kết thường gặp và phản lực liên kết

3.3.1. Liên kết tựa :

+ Phản lực liên kết có :

- Điểm đặt: Tại điểm tiếp xúc chung các vật liên kết

- Phương, chiều: Vuông góc với tiếp tuyến của mặt tựa chung, chiều ngược chiều chuyển động của vật.

Ví dụ:

Thang AB một đầu tựa vào mặt đất tại A,

một đầu tựa vào tường tại B

Phản lực (*Hình1-11*)

3.2 Liên kết dây mềm

+ Phản lực liên kết có :

- Điểm đặt: Tại điểm tiếp xúc giữa dây và vật khảo sát.

- Phương: Dọc theo phương của dây

Ví dụ: Quả cầu có trọng lực P được treo bởi dây AB. Phản lực liên kết

(*Hình1-12*)

3.3. Liên kết thanh

+ Phản lực liên kết có :

- Điểm đặt: Tại điểm tiếp xúc giữa thanh và vật khảo sát.
- Phương : Dọc theo thanh.

- Ví dụ: Phản lực liên kết (Hình1-13)

3.4. Liên kết gối đỡ bản lề

a. Liên kết gối đỡ bản lề cố định:

+ Phản lực liên kết có :

- + Điểm đặt : Tại gối
- + Phương: Có hai thành phần phản lực theo phương X,Y; hai thành phần này vuông góc với nhau. (Hình 1-14)

Hình 1-14

Hình1-15

b. Liên kết gối đỡ bản lề di động:

+ Phản lực liên kết có :

- + Điểm đặt: Tại gối
- + Phương: Có một thành phần phản lực theo phương Y (Hình1-15)

3.5. Liên kết ngàm phẳng

+ Phản lực liên kết có :

- Điểm đặt: Tại vị trí đầu ngàm
- Phương: Có một phản lực theo phương ngang, một phản lực theo phương thẳng đứng và một thành phần mômen phản lực (Hình1-16)

Hình1-16

Hình1-17

3.6. Liên kết gối cầu

+ Phản lực liên kết có :

- Điểm đặt: Tại gối

- Phương: Có 3 phân lực liên kết theo 3 phương X,Y,Z. (Hình 1-17)
Ví dụ : Các phân lực liên kết tại các mối liên kết tương ứng

* *Phản lực liên kết tại các mối liên kết trên hình vẽ:*

- Hình 1-18: Các mối liên kết tại A, B, C đều là liên kết tựa nên ta có phản lực liên kết là : N_A, N_B, N_C .

- Hình 1-19 : Các mối liên kết là liên kết thanh nên ta có phản lực liên kết là : S_{AB}, S_{BC} .

- Hình 1-20: Các mối liên kết ở A là liên kết gối cố định, B là liên kết gối di động nên ta có phản lực liên kết là : X_A, Y_A, Y_B

- Hình 1-21: Các mối liên kết tại AO là liên kết dây mềm, ở C là liên kết tựa nên ta có phản lực liên kết là : S_{AO}, N_C .

- Hình 1-22: Các mối liên kết là liên kết dây mềm nên ta có phản lực liên kết là : T_1, T_2 .

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu các khái niệm và các ký hiệu về lực, hệ lực, hợp lực, hệ lực cân bằng, hai lực trực đối ?
2. Phát biểu 6 tiên đề tĩnh học ?
3. Nêu khái niệm liên kết và phản lực liên kết ?
4. Nêu các mối liên kết thường gặp và phản lực liên kết của các mối liên kết đó ?

BÀI TẬP

Bài 1 : Thang AB có trọng lực P .Một đầu tựa vào tường ,một đầu tựa vào mặt đất. Tìm phương ,chiều của phản lực liên kết ở A và B (*Hình1-23*)

Bài 2: Vật nặng trọng lực P được giữ bởi dây AC và BC. Tìm phương ,chiều của các phản lực liên kết cho dây AC và BC (*Hình1-24*)

Hình1-23

Hình1-24

Bài 3 : Thanh AB có trọng lực P .Một đầu được ngàm vào tường tại A. Tìm phương ,chiều của phản lực liên kết ở A (*Hình1-25*)

Bài 4 : Một vật nặng có trọng lực P .Đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc α . Tìm phương ,chiều của các phản lực liên kết ở bề mặt tiếp xúc (A) và dây BC (*Hình1-26*)

Hình1-25

Hình1-26

CHƯƠNG II: HỆ LỰC PHẪNG ĐỒNG QUY

Mã chương: CHII

Hệ lực phẳng là tập hợp các lực tác dụng lên cùng một vật và có đường tác dụng cùng nằm trong cùng một mặt phẳng. Trong chương này

chúng ta sẽ phải tính toán xác định các yếu tố đặc trưng của lực trong mặt phẳng.

Mục tiêu

- +Trình bày được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy bằng phương pháp hình học và giải tích, định lý ba lực phẳng không song song cân bằng.
- + Giải được bài toán của hệ lực phẳng đồng quy.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. KHẢO SÁT HỆ LỰC PHẪNG ĐỒNG QUY BẰNG HÌNH HỌC

Mục tiêu

- +Trình bày được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy bằng phương pháp hình học

1.1. Định nghĩa

- Hệ lực phẳng đồng quy là hệ lực phẳng mà các đường tác dụng của các lực đồng quy tại một điểm.

1.2. Hợp hai lực đồng quy

Xét hệ lực gồm hai lực đồng quy tại A. Hợp lực của hệ hai lực là . Tìm ?

a) Quy tắc hình bình hành

Theo tiên đề 3, Vectơ có:

- Điểm đặt tại A.
- Phương,chiều vectơ lực là vectơ chéo của hình bình hành, như hình vẽ.

- Độ lớn:

+ Khi : : cùng phương, cùng chiều

Có

+ Khi ; : vuông góc với nhau

Có

+ Khi $\alpha = 180^0$: cùng phương, ngược chiều

b) Quy tắc tam giác lực

- Từ ngọn vectơ ta kẻ một vectơ song song,cùng chiều và bằng vectơ.Từ gốc của vectơ nối với ngọn của vectơ ta được vectơ hợp lực của hệ lực
- Phát biểu: *Hợp của hai lực đồng quy là một vectơ lực đóng kín tam giác lực lập bởi các vectơ lực đã cho*
- Độ lớn: Tương tự quy tắc hình bình hành.

1.3. Hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy – Đa giác lực

1.3.1. Hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy

- Xét hệ lực đồng quy tại O.

Phương pháp: Hợp từng cặp lực bằng phương pháp hình bình hành

Theo hình vẽ có :

Vậy R là véc tơ hợp lực của hệ lực

1.3.2. Quy tắc đa giác lực

+ Phương pháp : - Từ ngọn vectơ ta kẻ một vectơ song song, cùng chiều và bằng vectơ, từ ngọn vectơ ta kẻ một vectơ song song, cùng chiều và bằng vectơ, từ ngọn vectơ ta kẻ một vectơ song song, cùng chiều và bằng vectơ

Từ gốc của vectơ nối với ngọn của vectơ vừa lập ta được vectơ hợp lực của hệ lực.

+ *Quy tắc đa giác lực: Véc tơ hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy là véc tơ đóng kín đa giác lực lập bởi các véc tơ lực đã cho.*

1.4. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy.

- Cho hệ lực phẳng đồng quy

- Gọi R là véc tơ hợp lực của hệ lực trên:

- Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là véc tơ hợp lực của hệ lực đó phải bằng không. $R = 0$

2. KHẢO SÁT HỆ LỰC PHẪNG ĐỒNG QUY BẰNG GIẢI TÍCH

Mục tiêu

+ Trình bày được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy bằng giải tích

+ Giải được bài toán của hệ lực phẳng đồng quy.

2.1. Chiếu một lực trên hệ trục.

- Cho một lực F hợp với phương ngang một góc α . Chiếu lực lên hệ trục tọa

độ Oxy ta được 2 thành phần lực có phương là phương của các trục trong hệ trục tọa độ Oxy.

- Chiếu lực lên hệ trục tọa độ Oxy ta có:

+ Chiếu điểm ngọn và điểm gốc của lực

lên trục Ox : Ta được

+ Chiếu điểm ngọn và điểm gốc của lực

lên trục Oy : Ta được

* Độ lớn của các lực thành phần:

$$- F_x = F.$$

$$- F_y = F.$$

* Độ lớn của lực

Ta có : mà

2.2. Hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy bằng giải tích

- Xét hệ lực đồng quy tại A.

- Chiếu các lực lên hai trục Ox và Oy ta được:

F_{1x}, F_{2x}, F_{3x} và F_{1y}, F_{2y}, F_{3y} .

- Gọi là hợp lực:

- Phân tích thành: và

$$+ =$$

$$+ =$$

Vì vuông góc với nên ta có:

$$=$$

- Phương của :

2.3. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy bằng giải tích

- Cho hệ lực phẳng

- Gọi là hợp lực của hệ lực trên có :

- Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là hệ lực đó phải tương đương với không hay vectơ hợp lực của hệ lực phải bằng không.

$$0$$

Mà có $=0$

$$(1)$$

(1) là điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy

Ví dụ 2.1: Phân tích một lực ra thành hai lực thành phần của các lực sau :

$$F = 60N, P = 20N, Q = 40N, .$$

Xác định hình chiếu của các lực lên hệ trục Oxy.

Bài làm

$$- \text{Lực : } + F_x = - F \cdot \cos = -60 \cdot = -30(N)$$

$$+ F_y = F \cdot \sin 60^\circ = 30 \text{ (N)}$$

$$\text{- Lực : } + P_x = - P = 20 \text{ (N)}$$

$$+ P_y = 0 \text{ (N)}$$

$$\text{- Lực : } + Q_x = - Q \cdot \sin 40^\circ = -20 \text{ (N)}$$

$$+ Q_y = Q \cdot \cos 40^\circ = 20 \text{ (N)}$$

Các bước xác định phản lực liên kết:

- Bước 1: Đặt (phương, chiều) phản lực liên kết vào các mối liên kết

- Bước 2: Đặt hệ trục tọa độ oxy

- Bước 3: Chiếu các véc tơ lực lên hệ trục tọa độ Oxy

- Bước 4: Áp dụng điều kiện cân bằng, giải phương trình

cân bằng, tính phản lực liên kết

Ví dụ 2.2: Vật nặng trọng lượng P (khối lượng m). P=500N được treo bởi giá ABC. Tìm phản lực liên kết thanh AB, AC?

Bài giải

- Hệ lực tác dụng: 0

- Áp dụng điều kiện cân bằng, ta có:

Ta có: $P_y = P$; $P_x = 0$

$$S_{Bx} = S_B \cdot \cos 30^\circ ; S_{By} = S_B \cdot \sin 30^\circ ;$$

$$S_{Cx} = S_C \cdot \cos 45^\circ ; S_{Cy} = S_C \cdot \sin 45^\circ$$

3. ĐỊNH LÝ BA LỰC PHẪNG KHÔNG SONG SONG CÂN BẰNG.

Mục tiêu

+Trình bày được định lý ba lực phẳng không song song cân bằng.

Định lý:

Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực không song song là ba lực đó phải có giá đồng phẳng, đồng quy và hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực còn lại.

Ví dụ:

Ba lực phẳng không song song cân bằng

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu định nghĩa hệ lực phẳng đồng quy, hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy – Đa giác lực, điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy.
2. Xác định hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy bằng giải tích, điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy bằng giải tích ?
3. Định lý ba lực phẳng không song song cân bằng ?

BÀI TẬP

Bài 1 : Vật nặng có trọng lượng $P = 800\text{N}$ Được treo bởi giá ABC(hình vẽ). Tính phản lực cho thanh AB ,BC ? *Hình 2-10*

Bài 2 : Một quả cầu có trọng lượng $P = 600\text{N}$ Được treo bởi dây BO và tựa vào tường tại A. Tính phản lực ở A và dây BO ? *Hình 2-11*

CHƯƠNG III

HỆ LỰC PHẪNG SONG SONG – NGẪU LỰC – MOMEN CỦA MỘT LỰC ĐỐI VỚI MỘT ĐIỂM.

Mã chương: CHIII

Hệ lực phẳng song song, ngẫu lực và mô men của một lực đối với một điểm đều xét trong mặt phẳng.

Mục tiêu:

- + Trình bày được : Định nghĩa hệ lực phẳng song song và phương pháp hợp lực của hai lực song song cùng chiều và ngược chiều..
- + Biểu diễn được một ngẫu lực.
- + Giải được bài toán của hệ lực phẳng song song
- + Tính được momen của một lực đối với một điểm.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. HỆ LỰC PHẪNG SONG SONG

Mục tiêu:

- + Trình bày được : Định nghĩa hệ lực phẳng song song và phương pháp hợp lực của hai lực song song cùng chiều và ngược chiều..

1.1. Định nghĩa

Hệ lực phẳng song song là hệ lực phẳng mà có các đường tác dụng của các lực có phương song song với nhau

- Ví dụ : - Áp lực của nước vào thành bình (Hình3-1)
- Xe cần trục (Hình3-2)

1.2. Hợp hai lực song song cùng chiều

Xét một vật rắn chịu tác dụng của hai lực song song, cùng chiều và có điểm đặt tại A và B của vật. Tìm hợp lực của hệ hai lực trên.

Biến đổi hai lực và thành các lực đồng quy.

- Thêm vào hệ lực trên một cặp lực cân bằng (theo tiên đề 2) (Hình 3-3)

Ta có :

Hợp hai lực , và , ta được

;

Trượt hai lực đồng quy về điểm đồng quy rồi lại phân chúng thành hai thành phần như cũ ta thấy các lực và cân bằng nhau . Vậy ta có thể bỏ và đi, hệ lực còn lại hai lực, đặt tại O và

(,) ~ (,)

Hợp hai lực , ta được hợp lực . cũng chính là hợp lực của hai lực song song và :

+ Độ lớn R:

Kết luận: Hợp lực của hai lực song song, cùng chiều là một lực song song cùng chiều với chúng. Có độ lớn bằng tổng độ lớn của chúng, có điểm đặt(C) tại điểm chia chia trong đường nối điểm đặt của hai lực thành hai đoạn tỷ lệ nghịch với trị số của chúng.

1.3. Hợp hai lực song song, ngược chiều

Xét một vật rắn chịu tác dụng của hai lực song song, ngược chiều và có điểm đặt tại A và B của vật. Tìm hợp lực của hệ hai lực trên.

Phân tích thành hai lực và song song, cùng chiều(trong đó có cùng trị số với). Theo tiên đề 2 ta thấy và cân bằng nhau nên:

chính là hợp lực của hai lực song song, ngược chiều và .Có độ lớn

$$R = F_1 - F_2$$

Kết luận: Hợp lực của hai lực song song, ngược chiều không cùng trị số là một lực song song cùng chiều với lực có trị số lớn hơn và có trị số bằng hiệu của hai lực đã cho, có điểm đặt (C) tại điểm chia ngoài đường nối điểm đặt của hai lực thành hai đoạn tỷ lệ nghịch với trị số của chúng.

1.4. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song

- Xét hệ lực phẳng song song (Hình 3-5)

Chọn trục Oy song song với phương của lực .Vì hệ lực phẳng song song là trường hợp đặc biệt của hệ lực phẳng nên từ điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ là:

Ta suy ra điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song

Mà tất cả các lực đều có phương thẳng đứng (phương của trục Oy) nên không còn phương rình cân bằng của các lực theo phương trục Ox vì tất cả các thành phần theo phương trục Ox đều bằng 0 hoặc ngược lại nếu tất cả các lực đều có phương

ngang (phương của trục Ox) thì điều kiện cân bằng không còn phương trình cân bằng của các lực theo phương trục Oy

Vậy ta có các dạng hệ phương trình cân bằng của hệ lực phẳng song song

a. Dạng 1 :

Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng song song cân bằng là tổng hình chiếu của các lực lên trục song song và tổng mô men của các lực đối với một điểm bất kỳ trong mặt phẳng chứa các lực phải bằng không

b. Dạng 2 : Khi AB không song song với các lực thuộc hệ lực

Ta có

Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng song song cân bằng là tổng mô men của các lực đối với hai điểm bất kỳ trong mặt phẳng chứa các lực đều phải bằng không

Bài tập : Tính lực F_2 để thanh AB cân bằng

Biết $F_1 = 400\text{N}$. (Hình 3-6)

Bài làm

Theo điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng

song song :

Từ phương trình (2) $400 \cdot 2 - F_2 \cdot 1 = 0 \quad F_2 = 800\text{N}$

Thay vào (1) ta có : $Y_B = 800 + 400 = 1200 \text{ N}$

Vậy với $F_2 = 800 \text{ N}$; $Y_B = 1200 \text{ N}$ thanh AB cân bằng

2. MÔMEN CỦA LỰC ĐỐI VỚI MỘT ĐIỂM

Mục tiêu:

- + Trình bày được : Định nghĩa mômen của một lực đối với một điểm và định lý Varinhông
- + Tính được mômen của một lực đối với một điểm.

2.1. Mômen của một lực đối với một điểm.

a. Định nghĩa.

Mômen của một lực đối với một điểm là đại lượng đặc trưng cho chuyển động quay của vật quanh một điểm cố định dưới tác dụng của lực.

Ví dụ: Tác dụng lực vào thanh OA làm thanh OA quay quanh điểm cố định O. Đại lượng đặc trưng cho chuyển động quay của thanh OA là mômen.

b. Các yếu tố đặc trưng của mômen lực.

* Độ lớn

- + Ký hiệu: $m_o()$: Mômen của lực đối với điểm O.
- + Độ lớn: $m_o() = F \cdot a$

Trong đó: F : Độ lớn của lực tác dụng (N, kN, ...)

a : Cánh tay đòn của mômen lực (m), (là khoảng cách từ điểm cố định đến đường tác dụng của lực)

Dấu (+) hoặc (-): Chỉ chiều quay của mômen.

+ Đơn vị : N.m ; KN.m ; ...

* Chiều quay

- Chiều quay của mômen lực chính là chiều quay của vật dưới tác dụng của lực đó.

Quy ước dấu của mômen:

- + Mômen lực mang dấu (-) nếu vật quay cùng chiều kim đồng hồ
- + Mômen lực mang dấu (+) nếu vật quay ngược chiều kim đồng hồ

* *Ví dụ:* Xác định mômen của từng

lực, , , đối với điểm O ?

* **Chú ý:** Nếu đường tác dụng của lực đi qua điểm cố định thì mômen của lực đó với điểm cố định bằng 0.

2.2. Mômen hợp lực của hệ lực đối với một điểm

- Xét một vật rắn chịu tác dụng của hệ lực phẳng bất kỳ (,,...), như hình:

- Gọi hợp lực của hệ lực này là :

- Tìm $m_o()$ = ?

- **Định lý Varinhông:**

Mômen hợp lực của hệ lực phẳng đối với một điểm bằng tổng đại số mômen của từng lực thành phần đối với điểm cố định đó.

Dạng tổng quát:

2.3. Bài tập ứng dụng

Cho thanh AB chịu tác dụng của hệ lực phẳng biết: $AB = 2m$, $AC = BC = 1m$, $F = 90N$, $P = 100N$, $X_B = 150N$,

$Q = 80N$. (Hình 3-11)

Tìm $m_A()$ = = ?

Bài làm:

Hệ lực phẳng tác dụng lên thanh AB là:

Áp dụng định lý varinhông, ta có:

$$m_A() = =$$

3. NGẪU LỰC

Mục tiêu:

- + Trình bày được : Định nghĩa ngẫu lực, cá tính chất của ngẫu lực
- + Biểu diễn được một ngẫu lực.

3.1. Định nghĩa:

Là hệ lực gồm hai lực song song, ngược chiều, cùng độ lớn nhưng không cùng đường tác dụng.

Ví dụ: Khi taro ren bằng tay, vặn bulông, đai ốc bằng clê,ta cũng phải tác dụng lên các vật các ngẫu lực

3.2. Các yếu tố đặc trưng

a) Mặt phẳng tác dụng của ngẫu lực: Là mặt phẳng chứa các lực thành phần trong ngẫu lực gọi tắt là mặt phẳng ngẫu lực.

b) Chiều quay: Tương tự quy ước của mô men lực

c) Độ lớn: $m = F.a$

Trong đó: F: Độ lớn của lực thành phần trong ngẫu lực

a: Cánh tay đòn của ngẫu lực.

Đơn vị: N.m, kN.m,....

3.3. Tính chất của ngẫu lực

a) Tính chất 1:

Tác dụng cơ học của ngẫu lực không thay đổi khi ta di chuyển nó trong mặt phẳng tác dụng của ngẫu lực.

b) Tính chất 2:

Tác dụng cơ học của ngẫu lực không thay đổi khi ta thay đổi độ lớn của lực thành phần và thay đổi cánh tay đòn của ngẫu lực. Nhưng không thay đổi trị số mômen và chiều quay của ngẫu lực.

3.4. Biểu diễn một ngẫu lực

Ngẫu lực hoàn toàn được đặc trưng bởi trị số mômen và chiều quay của nó. Vì vậy ngẫu lực được ký hiệu bằng mũi tên vòng kèm theo trị số mômen.

3.5. Hệ ngẫu lực phẳng và điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng.

3.5.1. Hợp hệ ngẫu lực phẳng

- Ký hiệu : M

- Xét hệ ngẫu lực phẳng có trị số mômen tương ứng là: $m_1 = F_1 \cdot a_1$; $m_2 = -P_1 \cdot a_2$; $m_3 = -Q_1 \cdot a_3$

(Hình 3-13)

- Để hợp hệ ngẫu lực phẳng ta áp dụng tính chất 1 của ngẫu lực: di chuyển chúng về cùng một vị trí

Áp dụng các tính chất 2: Thay đổi đưa các ngẫu lực về cùng chung một cánh tay đòn. Ta thu được hệ ngẫu lực phẳng mới có các mô men tương ứng (Hình 3-14)

$$m_1 = F \cdot a ; m_2 = -P \cdot a ; m_3 = -Q \cdot a$$

$$M = F \cdot a + (-P \cdot a) + (-Q \cdot a) = m_1 + m_2 + m_3$$

* **Kết luận:** Khi hợp hệ ngẫu lực phẳng Ta được một ngẫu lực tổng hợp bằng tổng đại số các mômen của các ngẫu lực thành phần.

Dạng tổng quát:

3.5.2. Điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng

Điều kiện cần và đủ để một vật cân bằng dưới tác dụng của hệ ngẫu lực phẳng là hệ ngẫu lực đó phải là hệ ngẫu lực cân bằng

Tức là : $\sum m = 0$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Định nghĩa hệ lực phẳng song song, điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song ?
2. Định nghĩa ngẫu lực, biểu diễn một ngẫu lực, điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng ?
3. Momen của lực đối với một điểm, các yếu tố đặc trưng của mômen lực ?
4. Momen hợp lực của hệ lực phẳng đối với một điểm ?

BÀI TẬP

Bài 1: Xác định hợp lực của hai lực song song, ngược chiều F_1, F_2 (Hình 3-15). Biết $F_1 = 60\text{kN}$;

$F_2 = 40\text{kN}$; $AB = 0,4\text{m}$;

Bài 2: Tính mô men hợp lực của hệ lực phẳng tác dụng lên thanh AB ?

Biết : $Y_A = 400\text{N}$, $F = 600\text{N}$, $P = 200\text{N}$, $Q = 800\text{N}$

$AB = 4\text{m}$, $AC = 1\text{m}$

$+ = ?$

$+ = ?$

Bài 3: Tính mô men hợp lực của hệ lực phẳng tác dụng lên thanh AB ?

Biết: $N_A = 400\text{N}$, $X_A = 300\text{N}$, $m = -600\text{Nm}$, $P = 200\text{N}$, $N_E = 500\text{N}$, $Q = 800\text{N}$,

$AB = 6\text{m}$, $AE = 4\text{m}$

$+ = ?$

$+ = ?$

CHƯƠNG IV:

HỆ LỰC PHẪNG BẤT KỲ

Mã chương: CHIV

Hệ lực phẳng bất kỳ là hệ lực phẳng thường gặp rất nhiều trong thực tế. Khi giải quyết các bài toán về hệ lực phẳng (hệ lực phẳng đồng quy, hệ lực phẳng song song, hệ lực phẳng bất kỳ) ta có thể vận dụng các biểu thức tính toán của hệ lực phẳng bất kỳ đều giải quyết được. Do đó bài toán hệ lực phẳng bất kỳ là bài toán tổng quát nhất của hệ lực phẳng.

Mục tiêu:

- + Trình bày được định lý dời lực song song thuận và đảo..
- + Phân tích được phương pháp thu gọn hệ lực phẳng bất kỳ về một tâm.
- + Giải thích được các dạng phương trình cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ.
- + Vận dụng thành thạo các kiến thức vừa học để giải toán.

+ Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. ĐỊNH NGHĨA .

Mục tiêu:

+ Trình bày được định nghĩa hệ lực phẳng bất kỳ

Định nghĩa: *Hệ lực phẳng bất kỳ là hệ lực phẳng mà các đường tác dụng của các lực có phương bất kỳ.*

Ví dụ: Đường tác dụng của các lực có phương bất kỳ. (Hình 4-1)

2. Định lý dờ lực song song

Một lực tác dụng vào vật rắn tại điểm A sẽ tương đương với 1 lực song song, cùng chiều, cùng độ lớn nhưng đặt tại điểm B và một ngẫu lực phụ m có mômen bằng mômen của lực đối với điểm B.

có $m = m_B()$

3. Thu gọn hệ lực phẳng bất kỳ về 1 tâm.

Xét hệ lực phẳng bất kỳ . Áp dụng định lý dờ lực song song ta di chuyển lần lượt các lực về một tâm O cho trước

; có $m_1 = m_o()$

; có $m_2 = m_o()$

.....

; có $m_n = m_o()$

Kết luận : Khi hợp của hệ lực phẳng bất kỳ ta thu được một véc tơ lực tổng hợp và một mômen lực tổng hợp M

* **Vectơ lực tổng R:**

Mà

- Có độ lớn :
- Có phương :

* **Ngẫu lực tổng hợp M**

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

$$M =$$

$$M =$$

4. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ

Điều kiện cần và đủ để một vật cân bằng dưới tác dụng của hệ lực phẳng bất kỳ là hệ lực đó phải là hệ lực cân bằng

$$0$$

Mà ta đã chứng minh được

$$0$$

Hay (**)

Biểu thức (**) là điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ

Bài 1: Cho thanh AB có trọng lực $P=200N$, được đỡ nằm ngang bởi 2 gối A và B. Biết $AB=2m$, $CD=0,5m$, thanh chịu tác dụng của các lực $F = 500N$ (Hình 4-4). Tính phản lực liên kết tại gối A và B ?

Bài làm

+ Hệ lực tác dụng lên thanh AB gồm:

$$0$$

+ Áp dụng điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ :

+ Phân tích lực:

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = \dots ; F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 500 \cdot 1/2 = 250N$$

+ Từ hình vẽ, ta có hệ phương trình cân bằng:

Kết luận: Lực X_A có chiều ngược lại hình vẽ

Bài 2: Cho thanh AB có trọng lượng $P = 200\text{N}$ được ngàm cứng vào tường tại A. Chịu tác dụng của lực $F = 500\text{N}$, $Q = 400\text{N}$, $AB=4\text{m}$, $CD=1\text{m}$. Tính phản lực tại ngàm A? (Hình 4-5)

Bài làm

- + Hệ lực tác dụng lên thanh AB gồm 0
- + Áp dụng điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ :

+ Phân tích lực:

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = \dots ; F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 500 \cdot 1/2 = 250\text{N}$$

- + Từ hình vẽ, ta có hệ phương trình cân bằng:

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Định nghĩa hệ lực phẳng bất kỳ ?
2. Phát biểu định lý dời lực song song ?
2. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ ?

BÀI TẬP

Bài 1 : Thanh AB có trọng lượng $P = 80\text{KN}$, được đỡ nằm ngang bởi hai gối đỡ A và E (hình 4-6). Biết : $AB = 6\text{m}$; $AE = 4\text{m}$. Thanh chịu tác dụng của lực $F = 100\text{KN}$

và ngẫu lực $m = - 200\text{KN.m}$

Xác định phản lực tại các gối A và E ?

Bài 2:

Cho thanh $AB=6\text{m}$ có trọng lực $P=200\text{N}$, một đầu tựa vào tường, một đầu tựa vào mặt đất (bỏ qua ma sát) thanh được giữ bởi dây DE.

Chịu tác dụng của lực $Q=600\text{N}$, $AD=1\text{m}$, $CH=1\text{m}$. (hình 4-7)

Xác định phản lực tại A, B và dây DE?

Bài 3:

Dầm AB có trọng lượng $P = 200 \text{ N}$ được ngàm cứng vào tường tại A, dầm chịu tác dụng của lực $F = 400 \text{ N}$, $Q = 300 \text{ N}$. Biết $AC = CD = 1 \text{ m}$, $DB = 2 \text{ m}$ (hình 4-8).

Xác định các phản lực tại ngàm A ?

Bài 4:

Dầm AB có trọng lượng $P = 600 \text{ N}$ được đỡ nằm ngang bởi bản lề A và dây BD, dầm chịu tác dụng của lực $F = 800 \text{ N}$. Biết $AB = 4 \text{ m}$, $AE = 1 \text{ m}$, (hình 4-9).

Xác định các phản lực tại A dây BD ?

CHƯƠNG V: MA SÁT

Mã chương: CHV

Ma sát là hiện tượng xuất hiện những lực hay những ngẫu lực có tác dụng cản trở chuyển động hay xu hướng chuyển động tương đối của vật thể này trên bề mặt vật thể khác .

* *Ma sát tĩnh và ma sát động*

- Ma sát tĩnh : Ma sát xuất hiện khi vật thể khảo sát có xu hướng chuyển động trên bề mặt vật thể khác

- Ma sát động : Ma sát xuất hiện khi vật thể khảo sát có chuyển động tương đối trên bề mặt vật thể khác

* *Ma sát trượt và ma sát lăn*

- Ma sát trượt : Xuất hiện khi vật thể khảo sát có chuyển động trượt hay xu hướng trượt trên bề mặt vật thể khác

- Ma sát lăn: Xuất hiện khi vật thể khảo sát có xu hướng lăn hoặc chuyển động lăn trên bề mặt vật thể khác

* *Ma sát khô và ma sát ướt (nhớt)*

- Ma sát khô : Xuất hiện khi bề mặt giữa hai vật thể tiếp xúc trực tiếp với nhau

- Ma sát ướt (nhớt): Xuất hiện khi giữa hai vật thể tiếp xúc với nhau thông qua một lớp chất lỏng

Mục tiêu:

+ Trình bày được sự hình thành của ma sát trượt và ma sát lăn.

+ Giải thích được điều kiện không trượt và không lăn của vật chịu ma sát trượt

và ma sát lăn để giải bài toán ma sát.

+ Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập

1. MA SÁT TRƯỢT

Mục tiêu:

+ Trình bày được sự hình thành của ma sát trượt

+ Giải thích được điều kiện không trượt của vật chịu ma sát trượt để giải bài

toán ma sát trượt.

1.1. Khái niệm

* **Khái niệm:** Ma sát trượt là hiện tượng xuất hiện lực gây cản trở chuyển động trượt hay xu hướng trượt của vật thể khảo sát trên bề mặt một vật khác.

Ký hiệu:

* *Nguyên nhân sinh ra ma sát trượt:* là do bề mặt tiếp xúc giữa các vật không tuyệt đối trơn nhẵn.

1.2. Thí nghiệm Culông

Xét một vật A có trọng lượng P đặt trên mặt phẳng nằm ngang không trơn nhẵn (Hình 5-1)

- Khi chưa tác dụng lực kéo Q vào vật A. Vật A cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0 . Lúc này $F_{ms}=0$.

- Khi tác dụng lực kéo Q_1 rất nhỏ vào vật, vật đứng yên. Điều này chứng tỏ đã xuất hiện lực cản trở lực kéo Q_1 . Đó chính là lực ma sát (F_{ms1}). Lúc này vật A cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0

Theo điều kiện cân bằng ta có

$F_{ms1} > 0$, nhưng rất nhỏ, cùng độ lớn và ngược chiều với Q_1

- Tiếp tục tăng lực kéo lên Q_2 ($Q_2 > Q_1$)

vật vẫn đứng yên. Điều này chứng tỏ

lực ma sát cùng tăng lên và cân

bằng với lực kéo Q_2 .

Vật A cân bằng dưới tác dụng

của hệ lực ~ 0 ,

Theo điều kiện cân bằng ta có

$$\text{mà } Q_2 > Q_1 \text{ nên } F_{ms2} > F_{ms1}$$

Ta thấy lực ma sát đã tăng cùng lực kéo Q

- Tiếp tục tăng lực kéo lên Q_3 ($Q_3 > Q_2$) ta thấy vật bắt đầu (chớm) trượt (chưa chuyển động).

Điều này chứng tỏ lực ma sát cùng tăng lên và cân bằng với lực kéo Q_3

Vật A cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0 ,

Theo điều kiện cân bằng ta có

$$\text{mà } Q_3 > Q_2 \text{ nên } F_{ms3} > F_{ms2}$$

- Tiếp tục tăng lực kéo lên thì vật chuyển động trượt. Điều này chứng tỏ lực ma sát đã không tăng được nữa

Vậy khi vật bắt đầu (chớm) trượt lực ma sát F_{ms3} đạt giá trị lớn nhất hay

$$F_{ms3} = F_{\max}$$

Kết luận:

- Lực ma sát có giá trị giới hạn từ 0 đến lớn nhất

- Vật luôn ở trạng thái cân bằng khi $F_{ms} < F_{\max}$

1.3. Các định luật ma sát trượt

+ **Định luật 1:** Lực ma sát trượt có phương tiếp tuyến với bề mặt tiếp xúc, ngược chiều với chiều chuyển động, hay xu hướng chuyển động của vật khảo sát và có giá trị giới hạn từ 0 đến lớn nhất

$$0 \leq F_{ms} \leq F_{\max}$$

+ **Định luật 2:** Lực ma sát trượt lớn nhất tỷ lệ với phản lực pháp tuyến.

$$F_{\max} = f \cdot N \quad (N, kN, \dots)$$

Trong đó:

+ N: Phản lực pháp tuyến (N, kN, ...)

+ f : Hệ số ma sát trượt. (f phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc và được tra trong sổ tay kỹ thuật)

+ $\varphi = \arctg f$ ($f = \tan \varphi$): góc ma sát

Gỗ trên gỗ	$f = 0,2$
Thép trên thép	$f = 0,57$
Thép trên thép (Bôi trơn)	$f = 0,06$

*Ví dụ:

+ **Định luật 3:** Lực ma sát tĩnh luôn luôn lớn hơn lực ma sát động.

1.4. Điều kiện cân bằng của vật khi có ma sát trượt

- Điều kiện cần và đủ để vật cân bằng khi có ma sát trượt là:

$$F_{ms} \leq f \cdot N$$

- Điều kiện để vật bắt đầu trượt (chớm trượt) là: $F_{ms} = f \cdot N$

Ví dụ 1: Một vật có trọng lượng $P=500N$ đặt trên mặt phẳng nằm ngang, có hệ số ma sát trượt $f = 0,3$. Người ta kéo vật với lực kéo Q . Tính Q để vật bắt đầu trượt?

Bài làm

+ Điều kiện để vật bắt đầu trượt là:

$$F_{ms} = F_{max} = f \cdot N$$

Vật cân bằng dưới tác dụng của hệ lực

$$\sim 0$$

+ Chọn hệ trục tọa độ Oxy (hình vẽ)

+ Áp dụng điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng :

+ Phân tích lực ta có

+ Từ hình vẽ ta có

* Kết luận : Với $Q = 0,5 \text{ kN} = 500N$ thì vật bắt đầu trượt

*Các bước giải bài toán ma sát trượt

- Xác định phương, chiều của phản lực liên kết và lực ma sát trên hình vẽ

- Nêu điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng

- Phân tích lực

- Từ hình vẽ viết hệ phương trình cân bằng giải phương trình Kết quả

2. MA SÁT LĂN

Mục tiêu:

- + Trình bày được sự hình thành của ma sát trượt và ma sát lăn.
- + Giải thích được điều kiện không lăn của vật chịu ma sát lăn để giải bài toán ma sát lăn.

2.1. Định nghĩa

+ Định nghĩa : Ma sát lăn là hiện tượng xuất hiện những ngẫu lực có tác dụng cản trở chuyển động lăn hay xu hướng lăn của vật thể khảo sát trên bề mặt vật thể khác.

- + Nguyên nhân gây ra ma sát lăn: là do bề mặt tiếp xúc không rắn tuyệt đối.

2.2. Mômen ma sát lăn.

Xét một ống trụ có trọng lực P trên mặt phẳng nằm ngang không rắn tuyệt đối và không trơn nhẵn hoàn toàn (con lăn tiếp xúc với mặt phẳng ngang một cung là AB) (Hình 5-8a). Ống trụ chịu tác dụng của lực $Q \parallel Ox$ và cách mặt phẳng nằm ngang một khoảng là h . Tương tự thí nghiệm Culông:

- Khi chưa tác dụng lực Q con lăn ở trạng thái cân bằng dưới tác dụng của hệ

lực ~ 0 , ma sát bằng 0

- Tăng dần lực Q thì ma sát lăn cũng tăng theo. Tăng lực Q đến một giá trị xác định nào đó thì ống trụ bắt đầu lăn (chớm lăn). Lúc này trọng lực dồn gần như toàn bộ về điểm B , vật chịu tác dụng của hệ lực. ~ 0 . Do đó ta có thể phân tích \sim Ta có hệ lực ~ 0 .

Theo điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng

, Như hình vẽ có // , //

Suy ra hai cặp lực và là các ngẫu lực.

- Ngẫu lực có xu hướng làm cho ống trụ chuyển động lăn, có trị số mômen $M=Q.h$

- Ngẫu lực có chiều quay ngược chiều với ngẫu lực. Như vậy nó cản trở chuyển động lăn của ống trụ. Vì vậy ngẫu lực này gọi là ngẫu lực ma sát lăn. Có trị số mômen $m_1 = a.N$

- Khi tiếp tục tăng lực Q lên thì ôngs trụ sẽ lăn nhanh. Điều này chứng tỏ ma sát đã không tăng được nữa
 Vậy khi vật bắt đầu lăn lực F_{ms} và m_l đạt giá trị lớn nhất

Kết luận: Khi vật có chuyển động lăn hoặc có xu hướng lăn trên bề mặt vật khác thì trên bề mặt tiếp xúc sẽ xuất hiện ma sát lăn hay momen ma sát lăn.

2.3. Các định luật ma sát lăn

Ma sát lăn: KH: m_l

- **Định luật 1:** Ngẫu lực ma sát lăn có chiều ngược với chiều lăn của vật, có trị số giới hạn từ 0 đến m_{max} .

- **Định luật 2:** Trị số của ngẫu lực ma sát lăn lớn nhất tỷ lệ với phản lực pháp tuyến

$$m_{max} = k.N$$

Trong đó: + k : Hệ số ma sát lăn (có đơn vị là độ dài cm, m)

+ N : Phản lực pháp tuyến

+ m_{max} : Ngẫu lực ma sát lăn lớn nhất

2.4. Điều kiện cân bằng của vật khi có ngẫu lực ma sát lăn

- Điều kiện cân và đủ để vật cân bằng khi có ma sát lăn là:

- Điều kiện để vật bắt đầu lăn (chớm lăn) là:

Ví dụ : Một bánh xe có trọng lực $P= 200N$, bán kính $R= 10cm$. đặt trên mặt phẳng nằm ngang. Bánh xe chịu tác dụng của lực Q và mô men M

Biết: Hệ số ma sát trượt $f= 0.3$, hệ số ma sát lăn 2 cm. (Hình 5-9)

Tính lực Q và mô men M để bánh xe bắt đầu lăn ?

Bài làm

Điều kiện để bánh xe bắt đầu lăn

Hệ lực tác dụng lên bánh xe gồm ~ 0

Áp dụng điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng

ân tích lực \sim

Từ hình vẽ ta có

* Kết luận: Với bánh xe bắt đầu lăn

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phát biểu định nghĩa, định luật ma sát trượt và điều kiện cân bằng của vật chịu ma sát trượt ?

2. Phát biểu định nghĩa, định luật ma sát lăn và điều kiện cân bằng của vật chịu ma sát lăn ?

BÀI TẬP

Bài 1: Thang $AB = 6\text{m}$, có $P = 200\text{N}$, đầu A tựa vào mặt đất có hệ số ma sát trượt $f = 0,3$. Đầu B tựa vào tường (bỏ qua ma sát). Một người có khối lượng 60kg leo lên thang. (Hình 5-4)

Hỏi người đó leo đến vị trí nào của thang thì thang bắt đầu trượt ?

Bài 2: Một vật có trọng lượng $P = 800\text{N}$ đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc α , có hệ số ma sát trượt $f = 0,2$.

Tính Q để vật bắt đầu trượt ? (Hình 5-5)

Bài 3: Một vật có trọng lượng $P = 400\text{N}$ đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc α , có hệ số ma sát trượt $f = 0,3$. (Hình 5-6)

Tính góc α để vật bắt đầu trượt?

Bài 4: Thang AB có chiều dài 4m , có trọng lượng $P = 300\text{N}$. Một đầu A tựa vào mặt đất có hệ số ma sát trượt $f_1 = 0,3$, đầu B tựa vào tường (bỏ qua ma sát).

Tính góc α để thang bắt đầu trượt ? (Hình 5-7).

Bài 5: Một con lăn có trọng lực $P = 800\text{N}$, bán kính $R = 20\text{cm}$ chịu tác dụng của lực F và mômen M (Hình vẽ). Tính lực F và mômen M để ống trụ bắt đầu lăn?

CHƯƠNG VI : HỆ LỰC KHÔNG GIAN

Mã chương: CHVI

Hệ lực không gian là hệ lực có các đường tác dụng của các lực có phương trong không gian

Mục tiêu:

+ Trình bày được định nghĩa hệ lực không gian đồng quy, bất kỳ

- + Phân tích được cách chiếu và lấy momen của một lực đối với ba trục.
- + Giải thích được điều kiện cân bằng của hệ lực không gian đồng quy, bất kỳ để giải bài toán.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập

1. HỆ LỰC KHÔNG GIAN ĐỒNG QUY

Mục tiêu:

- + Trình bày được định nghĩa hệ lực không gian đồng quy
- + Phân tích được cách chiếu một lực lên ba trục tọa độ
- + Giải thích được điều kiện cân bằng của hệ lực không gian đồng quy để giải bài toán.

1.1. Định nghĩa.

Hệ lực không gian đồng quy là hệ lực có các đường tác dụng của các lực đồng quy tại một điểm trong không gian.

1.2. Hình chiếu một lực lên ba trục tọa độ.

- Cho một lực trong không gian hệ trục tọa độ $O_1x_1y_1z_1$,
- Lập hệ trục tọa độ Oxyz lực nghiêng một góc α, γ, β với các trục x, y, z. Gọi là véc tơ hình chiếu của lực lên mặt phẳng xOy và φ là góc nghiêng của véc tơ với trục x. Chiếu lực lên hệ trục tọa độ Oxyz ta được 3 thành phần lực có phương trùng với phương của các trục trong hệ trục tọa độ Oxyz.
- Chiếu lực lên hệ trục tọa độ Oxyz bằng cách chiếu điểm ngọn (M) của véc tơ lực

lên mặt phẳng (phẳng Oxy) chứa trục cần chiếu (trục Ox và Oy), ta được điểm M'. Sau đó từ điểm M' kẻ các đường thẳng song song với các trục cần chiếu (trục Ox và Oy) và giao của các đường thẳng song song đó với các trục x và y là ngọn của các véc tơ thành phần

Có MM' là đường thẳng song song với trục Oz (hai đường thẳng song song tạo nên được mặt phẳng) mà OM' vuông góc với Oz. Nên từ điểm M kẻ đường thẳng song song với OM' ta được giao điểm với trục Oz. Giao điểm đó chính là ngọn của véc tơ

* Hình chiếu lực lên các trục tọa độ được xác định bởi công thức sau:

;

Và ; ;

Trong đó dấu +, - : Chỉ chiều cùng, ngược chiều trục.

- Trường hợp lực song song với trục x tức là vuông góc với trục y và z thì ta có

$$F_x = \pm F, F_y = F_z = 0$$

- Tương tự trường hợp lực song song với trục y

$$F_y = \pm F, F_x = F_z = 0$$

- Tương tự trường hợp lực song song với trục z

$$F_z = \pm F, F_x = F_y = 0$$

* **Độ lớn của lực**

Ta có : mà
Do vậy độ lớn của vectơ là

1.3. Điều kiện cân bằng của hệ lực không gian đồng quy.

Điều kiện cần và đủ để hệ lực không gian đồng quy cân bằng là
 $\sum \vec{R} \sim 0$ hay $R \sim 0$

Mà $\sum M = 0$

(**)

Biểu thức (**) là điều kiện cân bằng của hệ lực không gian đồng quy

2. HỆ LỰC KHÔNG GIAN BẤT KỲ.

Mục tiêu:

- + Trình bày được định nghĩa hệ lực không gian bất kỳ
- + Phân tích được cách lấy mômen của một lực đối với ba trục.
- + Giải thích được điều kiện cân bằng của hệ lực không gian bất kỳ để giải bài toán.

2.1. Định nghĩa

Hệ lực không gian bất kỳ là hệ lực có các đường tác dụng của các lực có phương bất kỳ trong không gian.

2.2. Mômen của một lực đối với một điểm

- + Mômen của lực F đối với điểm O là một vectơ mômen. KH:
 - Phương: Vuông góc với mặt phẳng qua O chứa
 - Chiều: Nhìn từ ngọn đến gốc vectơ mô men ta thấy lực quay ngược chiều kim đồng hồ quanh O .
 - Độ lớn: $M = F.d$

Trong đó: F : Độ lớn của lực tác dụng

d : Là cánh tay đòn của mômen lực. (là khoảng cách từ điểm cố định đến đường tác dụng của lực)

+ Vectơ có thể được tính theo tích có hướng giữa \vec{r} và hay bằng 2 lần diện tích tam giác OAB (Hình 6-2)

$$M = r.F.\sin = 2.S_{\Delta ABO}$$

* Khi đường tác dụng của lực đi qua điểm cố định O thì $M = 0$

2.3. Mômen của một lực đối với một trục

Mômen của lực đối với trục : Ký hiệu :

+ **Định nghĩa**: Mômen là mômen đại số của lực đối với điểm O: là hình chiếu của lực lên mặt phẳng (P) vuông góc với trục , O là giao điểm của trục với mặt phẳng (P) (Hình 6-3)

Trong đó: - d' : Là khoảng cách từ O đến

- Dấu : Chỉ chiều quay của (theo quy ước dấu của mômen lực trong hệ lực phẳng)

Chú ý: Khi lực $F = 0$, và cắt trục thì $= 0$

* **Định lý liên hệ giữa và** .

Hình chiếu của lên trục đi qua điểm O bằng :

2.4. Điều kiện cân bằng của hệ lực không gian bất kỳ.

2.4.1. Định lý dời lực song song

Một lực tác dụng vào vật rắn tại điểm A sẽ tương đương với một lực song song, cùng chiều, cùng độ lớn nhưng đặt tại điểm B và một ngẫu lực phụ có mômen bằng mômen của lực đối với điểm B.

Có $m = m_B()$

2.4.2. Hợp lực của hệ lực không gian

Xét hệ lực không gian

+ Hợp lực của hệ lực không gian tương tự thu gọn hệ lực phẳng bất kỳ về một tâm cho trước.

+ Ta thu được: \sim

Kết luận: Khi hợp hệ lực không gian ta được một vectơ chính và một mômen chính

* **Vectơ chính** của hệ lực không gian là vectơ tổng của các vectơ lực thành phần trong hệ lực:

Được xác định qua các hình chiếu của nó lên hệ trục Oxyz

Có độ lớn:

Có phương: , ,

* **Vectơ mômen chính** : Là vectơ tổng của các vectơ mômen của các lực thành phần lấy đối với điểm O:

Chiếu lên hệ trục tọa độ Oxyz ta có

2.4.3. Điều kiện cân bằng của hệ lực không gian

Điều kiện cần và đủ để hệ lực không gian cân bằng là
Hệ lực ~ 0 hay ~ 0

(***)

Biểu thức (***) là điều kiện cân bằng của hệ lực không gian

Bài tập ứng dụng :

Một tấm phẳng hình chữ nhật ABCD có trọng lực P, cạnh là a,b được đỡ nằm ngang bởi gối cầu A, bản lề B và dây DE

(Hình 6 -5)

Tính phản lực tại A,B và dây CE ?

Bài làm

- Gối cầu A có 3 phản lực:

- Bản lề B có 2 phản lực:

- Dây DE có 1 phản lực:

+ Hệ lực tác dụng lên tấm phẳng là (Hình 6 -6)

+ Phân tích lực

+ Áp dụng điều kiện cân bằng của hệ lực không gian

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Định nghĩa hệ lực không gian đồng quy, hình chiếu một lực lên ba trục tọa độ ?
2. Điều kiện cân bằng của hệ lực không gian đồng quy?
3. Định nghĩa hệ lực không gian bất kỳ ?
4. Momen của một lực đối với một trục, điều kiện cân bằng của hệ lực không gian bất kỳ ?

BÀI TẬP

Bài 1: Cánh cửa đồng chất hình chữ nhật ABCD, trọng lượng $P=400\text{N}$, chiều dài $AB=a$, chiều rộng $AD= a$, $a= 2\text{m}$ có trục quay thẳng đứng AB với hai gối đỡ cầu A và bản lề B (hình 6 -7). Cửa được mở rộng góc 120° với khuôn cửa, đầu D chịu lực $Q = 800\text{N}$ nằm song song với cạnh dưới EA của khuôn, đầu C được giữ bởi dây CE. Tìm sức căng của dây và phản lực ở các ổ đỡ A và B ?

CHƯƠNG VII: TRỌNG TÂM.

Mã chương: CHVII

Trọng tâm của vật là một thông số rất quan trọng trong việc xác định trạng thái cân bằng của vật khi chịu tải. Vật làm việc có đảm bảo trạng thái cân bằng hay không là do vị trí trọng tâm của vật quyết định.

Mục tiêu:

- + Trình bày được các định nghĩa, công thức xác định trọng tâm của vật và của hình phẳng.
- + Nêu được các trạng thái cân bằng ổn định và điều kiện cân bằng ổn định của vật
- + Vận dụng được công thức xác định trọng tâm của một số hình phẳng đơn giản.
- + Phân tích được lực trên hình vẽ ,giải bài toán tính toán trạng thái cân bằng ổn định của vật tựa lên mặt phẳng nằm ngang
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1 . TRỌNG TÂM CỦA VẬT.

Mục tiêu:

- + Trình bày được các định nghĩa trọng tâm của vật
- + Viết được các biểu thức xác định trọng tâm của: Vật rắn là một khối đồng chất, vật rắn là một tấm mỏng đồng chất,vật rắn là một dây hay thanh mảnh đồng chất.

1.1. Định nghĩa:

Xét một vật rắn A (Hình 7-1). Ta coi vật rắn là tập hợp của n phần tử
Mỗi phần tử đều chịu lực hút của trái đất tương ứng là

Hệ lực (P_i) trên là hệ lực song song, cùng chiều
nên ta có hợp lực là có điểm đặt tại tâm của vật và có
độ lớn là P:

Lực P_i gọi là trọng lực, điểm đặt C của trọng lực gọi là trọng tâm.

Như vậy C là trọng tâm của vật thì tọa độ của điểm C (X_C, Y_C, Z_C) được xác định bằng biểu thức sau:

$$X_C = \frac{\sum P_i X_i}{\sum P_i}; \quad Y_C = \frac{\sum P_i Y_i}{\sum P_i}; \quad Z_C = \frac{\sum P_i Z_i}{\sum P_i};$$

Trong đó : P_i : là trọng lực của phần tử thứ i
 P : là trọng lực của cả vật thể
 X_i, Y_i, Z_i : là tọa độ của phần tử thứ i

Như vậy trọng tâm của vật là một điểm C trên vật và chính là điểm đặt của trọng lực của vật.

1.2. Trọng tâm của một số vật đồng chất

1.2.1. Vật rắn là một khối đồng chất

Gọi trọng lượng riêng của vật là γ (trọng lượng của một đơn vị thể tích) thì : $P_i = \gamma \cdot v_i$ và $P = \gamma \cdot v$. Trong đó v_i là thể tích của phần tử thứ i của vật và v là thể tích của cả vật. Tọa độ trọng tâm C của vật lúc này có thể xác định bằng biểu thức :

$$X_C = \frac{\sum \gamma v_i X_i}{\sum \gamma v_i}; \quad Y_C = \frac{\sum \gamma v_i Y_i}{\sum \gamma v_i}; \quad Z_C = \frac{\sum \gamma v_i Z_i}{\sum \gamma v_i};$$

1.2.2. Vật rắn là một tấm mỏng đồng chất

Gọi trọng lượng riêng của vật là γ (trọng lượng của một đơn vị thể tích) thì : $P_i = \gamma \cdot S_i$ và $P = \gamma \cdot S$. Trong đó S_i là diện tích của phần tử thứ i của vật và S là diện tích của cả vật. Tọa độ trọng tâm C của vật lúc này có thể xác định bằng biểu thức :

$$X_C = \frac{\sum \gamma S_i X_i}{\sum \gamma S_i}; \quad Y_C = \frac{\sum \gamma S_i Y_i}{\sum \gamma S_i}; \quad Z_C = \frac{\sum \gamma S_i Z_i}{\sum \gamma S_i};$$

1.2.3. Vật rắn là một dây hay thanh mảnh đồng chất

Gọi trọng lượng riêng của vật là γ (trọng lượng của một đơn vị thể tích) thì : $P_i = \gamma \cdot L_i$ và $P = \gamma \cdot L$. Trong đó L_i là chiều dài của phần tử thứ i của vật và L là chiều dài của cả vật. Tọa độ trọng tâm C của vật lúc này có thể xác định bằng biểu thức :

$$X_C = \frac{\sum \gamma L_i X_i}{\sum \gamma L_i}; \quad Y_C = \frac{\sum \gamma L_i Y_i}{\sum \gamma L_i}; \quad Z_C = \frac{\sum \gamma L_i Z_i}{\sum \gamma L_i};$$

2. TRỌNG TÂM CỦA VẬT THỂ CÓ THỂ PHÂN CHIA THÀNH NHỮNG

VẬT ĐƠN GIẢN

Mục tiêu:

- + Trình bày được công thức xác định trọng tâm của của hình phẳng.
- + Vận dụng được công thức xác định trọng tâm của một số hình ghép

bởi

những hình đơn giản.

Trong trường hợp vật có hình dạng phức tạp ta có thể phân chia thành những vật đơn giản để dễ xác định trọng tâm sau đó coi mỗi vật nhỏ như là một phần tử của vật, mỗi phần tử này có trọng lực đặt tại trọng tâm. Xác định được trọng lượng và trọng tâm của các phần tử nhỏ ta sẽ tính được trọng tâm của cả vật nhờ các biểu thức xác định tọa độ ở trên.

+ *Tọa độ trọng tâm $C (x_C, y_C)$ của hình phẳng phức tạp* (ghép bởi nhiều hình đơn giản)

Trong đó : (x_{Ci}, y_{Ci}) : Là tọa độ trọng tâm của hình phẳng thứ i

F_i : Diện tích của hình thứ i

Tọa độ trọng tâm của một số hình phẳng đặc biệt

Hình vẽ	Diện tích	Tọa độ trọng tâm

* Đối với vật đối xứng: Trong một vật thể bao giờ cũng tìm được hai phần tử đối xứng có trọng lượng P_1, P_2 như nhau song song cùng chiều qua tâm đối xứng, trục đối xứng hoặc mặt phẳng đối xứng của vật và như vậy hợp lực của nó sẽ đi qua điểm đối xứng nằm trên trục đối xứng hay mặt phẳng đối xứng. Chắc chắn rằng hợp lực $P_i (i=1,2,3...n)$ nghĩa là trọng lực P của vật bao giờ cũng đi qua tâm đối xứng, trục đối xứng hay nằm trong mặt phẳng đối xứng nếu như xoay vật sao cho mặt phẳng đối xứng luôn ở vị trí thẳng đứng. Nói cách khác vật có tâm đối xứng, trục đối xứng hoặc mặt phẳng đối xứng thì bao giờ Trọng tâm của vật cũng nằm trên tâm đối xứng, trục đối xứng hay mặt phẳng đối xứng đó.

Ví dụ 7-1 : Xác định tọa độ trọng tâm của tấm phẳng (Hình 7 -3)

- Đặt hệ trục tọa độ Oxy vào tấm phẳng
- Gọi $C(x_c, y_c)$ là trọng tâm của cả tấm phẳng
- Chia hình phẳng làm 2 phần : 1, 2
- Tọa độ trọng tâm của các tấm phẳng tương

ứng là : $C_1(x_1, y_1) ; C_2(x_2, y_2)$

$$x_1=2m; y_1=3m ; x_2= 5m, y_2= 2m$$

Diện tích các tấm phẳng tương ứng là

$$S_1= 24m^2 , S_2= 9m^2$$

Thay vào công thức ta có :

;

Trọng tâm của cả tấm phẳng trên là C

Ví dụ 7-2 :

Xác định tọa độ trọng tâm của tấm phẳng

(Hình 7 -4)

- Đặt hệ trục tọa độ Oxy vào tấm phẳng
- Gọi $C(x_c, y_c)$ là trọng tâm của cả tấm phẳng
- Chia hình phẳng làm 2 phần : 1, 2
- Tọa độ trọng tâm của các tấm phẳng tương

ứng là : $C_1(x_1, y_1)$; $C_2(x_2, y_2)$

$$x_1=20\text{cm}; y_1=20\text{cm} ; x_2= 20\text{cm}, y_2= 8,5\text{cm}$$

- Diện tích các tấm phẳng tương ứng là

$$S_1= 1800\text{cm}^2 , S_2= 628\text{cm}^2$$

- Diện tích cả tấm phẳng: $S= S_1 - S_2 = 1800 - 628=1172\text{cm}^2$

Thay vào công thức ta có :

;

Trọng tâm của cả tấm phẳng C (20; 26,16)

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG ỔN ĐỊNH CỦA VẬT QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

Mục tiêu:

- Nêu được các trạng thái cân bằng Ổn định và điều kiện cân bằng Ổn định của vật
- Xác định được trạng thái cân bằng Ổn định của vật

a .Cân bằng Ổn định

Cân bằng Ổn định xảy ra khi trọng tâm của vật thấp hơn tâm quay

- Khi chưa tác dụng lực F vào vật ,vật cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0
- Sau khi tác dụng lực F vào vật ,vật lệch khỏi vị trí cân bằng ban đầu ,lúc này tạo thành một ngẫu lực . Nếu thôi tác dụng lực F thì dưới tác dụng của ngẫu lực vật lại trở về trạng thái ban đầu và cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0

b. Cân bằng không Ổn định

Cân bằng Ổn định xảy ra khi trọng tâm của vật cao hơn tâm quay

- Khi chưa tác dụng lực F vào vật ,vật cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0
- Sau khi tác dụng lực F vào vật ,vật lệch khỏi vị trí cân bằng ban đầu ,lúc này tạo thành một ngẫu lực . Nếu thôi tác dụng lực F thì dưới tác dụng của ngẫu lực sẽ làm cho vật có xu hướng ra xa dần vị trí ban đầu (vật không tự trở về trạng thái ban đầu)

c .Cân bằng phiếm định

Cân bằng Ổn định xảy ra khi trọng tâm của vật trùng tâm quay

- Khi chưa tác dụng lực F vào vật ,vật cân bằng dưới tác dụng của hệ lực ~ 0
- Sau khi tác dụng lực F vào vật ,vật lệch khỏi vị trí cân bằng ban đầu ,lúc này vẫn cân bằng ở mọi vị trí và không tự trở về trạng thái ban đầu

Kết luận : Điều kiện cân bằng Ổn định của vật quay quanh một trục cố định là *trọng tâm của vật phải thấp hơn tâm quay*

4. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG ỔN ĐỊNH CỦA VẬT TỰA LÊN MẶT PHẪNG NẰM NGANG

Xét một vật có trọng lượng P ,đặt trên mặt phẳng nằm ngang (*Hình 7-8 a*)

Khi tác dụng lực Q song song với mặt phẳng nằm ngang (*Hình 7-8 b*)

Vật có xu hướng quay quanh điểm A (lật quanh điểm A) .Lúc này vật chịu tác dụng của hệ lực ~ 0

Lấy mô men của các lực đối với điểm A ta có

$$- m_A() = 0$$

- $m_A() = -Q.h$:Mô men này có xu hướng làm cho vật lật quanh A , gọi là mô men lật .Ký hiệu : M_l

- $m_A() = P.a$: Mô men này có xu hướng chống lại sự lật của vật (Giữ cho vật cân bằng Ổn định).Gọi là mô men Ổn .Ký hiệu : M_0

Vậy muốn cho vật cân bằng ổn định thì $M_0 \geq M_1$

Hay ; Đặt ($k \geq 1$)

k : gọi là hệ số ổn định (thường chọn $k = (1,5 \div 2)$)

Ví dụ :

Một vật có trọng lực $P = 500\text{N}$, chịu tác dụng của lực ngang Q . Tìm giá trị của Q để vật ở trạng thái cân bằng ổn định (Hình 7-8 b)

Biết $k = 1,5$; $h = 4\text{m}$; $a = 1\text{m}$

Bài làm

Điều kiện để vật cân bằng ổn định là :

Ta có $M_0 = P.a = 500.1 = 500 \text{ (N.m)}$

$M_1 = Q.h = Q .4 = 4.Q \text{ (N.m)}$

Vậy

Kết luận : Với lực $Q = 187,5 \text{ N}$ thì vật cân bằng ổn định

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Viết biểu thức xác định trọng tâm của vật rắn ?
2. Viết biểu thức xác định trọng tâm của các vật rắn đồng chất ?
3. Viết biểu thức tính trọng tâm của các hình phẳng đơn giản và trọng tâm hình phẳng ghép bởi nhiều hình đơn giản ?
4. Nêu các trạng thái cân bằng và điều kiện cân bằng ổn định của vật quay quanh một trục cố định ?
5. Viết điều kiện cân bằng ổn định của vật tựa lên mặt phẳng nằm ngang ?

Bài 1 : Một xe cân trục (Hình 7-9) chạy được trên 2 bánh xe A, B cách nhau 1m, trọng lực của cần cầu là $Q = 20\text{KN}$, đối trọng của xe $Q_1 = 10\text{KN}$ đặt tại D. Vật cần nâng có trọng lực là P.

Tính P để cần cầu không bị lật

PHẦN II

CHƯƠNG VIII: ĐỘNG HỌC ĐIỂM

Mã chương: CHVIII

Động học chất điểm có nhiệm vụ:

- Thiết lập phương trình chuyển động của chất điểm tại từng thời điểm.

- Tìm các đặc trưng động học của chất điểm : vận tốc, gia tốc.

Động học điểm là khảo sát chuyển động của điểm đối với hệ quy chiếu đã chọn. Động học điểm là cơ sở nghiên cứu về chuyển động cơ bản của vật rắn và những chuyển động phức tạp của vật rắn. Bởi vì một vật rắn được tạo bởi vô số các chất điểm. Tập hợp vô số các chất điểm tạo thành vật rắn.

Mục tiêu:

+ Trình bày được các khái niệm về phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo, vận tốc, gia tốc.

+ Xác định được quỹ đạo, phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc của một chuyển động cụ thể.

+ Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM

Mục tiêu:

+ Trình bày được các khái niệm cơ bản về động học điểm.

Trong chương động học điểm, chúng ta khảo sát chuyển động của một điểm đối với một hệ quy chiếu đã chọn. Chuyển động của điểm là sự thay đổi vị trí của nó so với một vật hoặc một điểm được chọn làm hệ quy chiếu. Tập hợp tất cả các vị trí của điểm trong không gian quy chiếu đã chọn được gọi là quỹ đạo chuyển động của điểm trong hệ quy chiếu đó. Tùy thuộc quỹ đạo của chất điểm là đường thẳng hay đường cong mà chuyển động của nó được gọi là chuyển động thẳng hay chuyển động cong.

+ Điểm: là một mô hình đơn giản nhất trong vật thể mà kích thước của nó rất nhỏ so với kích thước của vật thể.

+ Vật thể: Tập hợp hữu hạn hoặc vô hạn các điểm trong vật thể sẽ tạo thành một vật thể, trong đó chuyển động của một điểm bất kỳ luôn luôn phụ thuộc vào chuyển động của các chất điểm còn lại trong vật thể. Có rất nhiều phương pháp khảo sát chuyển động của điểm, trong chương trình này chúng ta sử dụng hai phương pháp khảo sát chuyển động của điểm là;

- Phương pháp vectơ: Để mô tả rõ ràng về đặc trưng của chuyển động
- Phương pháp tọa độ để các: Để tính toán thuận tiện

2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP VÉCTƠ

Mục tiêu:

- + Trình bày được các khái niệm về phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo, vận tốc, gia tốc.
- + Xác định được quỹ đạo, phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc của một chuyển động cụ thể

2.1. Phương trình chuyển động chất điểm

Xét điểm M chuyển động theo quỹ đạo (C) đối với hệ quy chiếu (A) Vị trí của điểm M được xác định bởi vectơ định vị $\vec{r} = \vec{OM}$. O là điểm bất kỳ thuộc (A)

Khi chất điểm M chuyển động thì vectơ định vị thay đổi theo thời gian

Ta có (1)

Phương trình (1) là phương trình chuyển động của điểm M dạng vectơ

2.2. Vận tốc chuyển động của chất điểm

- Tại thời điểm t chất điểm ở vị trí M, được xác định bởi vectơ định vị \vec{r}
- Tại thời điểm lân cận $t' = t + \Delta t$ chất điểm ở vị trí M1, được xác định bởi vectơ định vị \vec{r}_1

- Trong khoảng thời gian $t' - t = \Delta t$ chất điểm M dịch chuyển một khoảng là $\vec{MM}_1 = \vec{r}_1 - \vec{r}$

Vậy vận tốc trung bình của điểm M là

Vận tốc của điểm M tại thời điểm t

**Kết luận*: Vận tốc của chất điểm luôn có phương tiếp tuyến với quỹ đạo chuyển động, có chiều theo chiều chuyển động, có độ lớn bằng đạo hàm bậc nhất của vectơ định vị theo thời gian

Đơn vị: m/s, km/h....

2.3. Gia tốc chuyển động của chất điểm

- Tại thời điểm t chất điểm ở vị trí M có vận tốc là
 - Tại thời điểm lân cận $t' = t + \Delta t$ chất điểm ở vị trí M_1 có vận tốc
- Trong khoảng thời $t' - t = \Delta t$ vận tốc của chất điểm M biến đổi một khoảng là

Ta có : Gia tốc trung bình của chất điểm

Gia tốc của điểm M tại thời điểm t

**Kết luận*: Vectơ gia tốc của điểm luôn hướng về lõi của quỹ đạo ,có độ lớn bằng đạo hàm bậc nhất của vectơ vận tốc hoặc đạo hàm bậc hai của vectơ định vị theo thời gian .

Đơn vị : m/s^2 ,

3. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỌA ĐỘ ĐỀ CÁC

Mục tiêu:

- + Trình bày được các khái niệm về phương trình chuyển động, phương trình quỹ đạo, vận tốc, gia tốc.
- + Xác định được quỹ đạo, phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc của một chuyển động cụ thể

3.1. Phương trình chuyển động

Xét điểm M chuyển động theo quỹ đạo (C) . Vị trí của điểm M được xác định theo hệ trục tọa độ $oxyz$, M có tọa độ (x, y, z)

Khi điểm M chuyển động thì tọa độ x, y, z sẽ biến đổi theo thời gian

Ta có phương trình : (2)

Phương trình (2) là phương trình chuyển động của điểm dạng tọa độ đề các

3.2. Vận tốc của chất điểm

Gọi là các véc tơ đơn vị của các trục tọa độ ox, oy, oz

Ta có :

- Theo phương pháp vectơ có

(3)

- Gọi hình chiếu của vectơ lên các trục tọa độ ox, oy, oz

là v_x, v_y, v_z

ta có (4)

So sánh (3) và (4) ta có

Kết luận : Hình chiếu của vectơ vận tốc bằng đạo hàm bậc nhất theo thời gian của tọa độ của điểm

*Vectơ vận tốc có :
 + Độ lớn
 + Phương , ,

3.3. Gia tốc của chất điểm

- Theo phương pháp vectơ có

Ta có :

$$(5)$$

- Gợi hình chiếu của vectơ lên các trục tọa độ ox, oy, oz
 là a_x, a_y, a_z

$$\text{ta có } (6)$$

So sánh (5) và (6) ta có

, ,

Kết luận : Hình chiếu của vectơ gia tốc bằng đạo hàm bậc hai theo thời gian của tọa độ của điểm

*Vectơ gia tốc có :

+ Độ lớn
 + Phương ; ;

***Chú ý: Các chuyển động thường gặp của chất điểm**

- **Chuyển động thẳng**

Phương trình chuyển động $x = x(t)$

+ **Chuyển động thẳng đều**

V_0, t_0, v_0 : là thời điểm , vị trí, vận tốc ban đầu của chất điểm

+ **Chuyển động thẳng biến đổi đều**

Dấu (+) : chuyển động nhanh dần

(-) : chuyển động chậm dần

- **Chuyển động tròn**

Xét điểm M chuyển động theo quỹ đạo tròn tâm O bán kính $OM=R$

+ Phương trình chuyển động

+ Vận tốc của chất điểm

+ Gia tốc của chất điểm:

Gia tốc pháp tuyến có	Gia tốc tiếp tuyến có
- Phương : Hướng về tâm - Độ lớn :	- Phương : Tiếp tuyến với quỹ đạo chuyển động - Độ lớn :

Độ lớn gia tốc của chất điểm

+ Chuyển động tròn đều

+ Chuyển động tròn biến đổi đều (Hình 8-3)

Ví dụ 1: Một chất điểm chuyển động theo quy luật sau :

$$x = 4.t - 2.t^2$$

$$y = 3.t - t^2$$

x, y : tính bằng mét ; t : tính bằng giây(s)

Xác định quỹ đạo vận tốc , gia tốc của chất điểm tại thời điểm ban đầu ?

Bài làm

- Tại thời điểm ban đầu tức là có $t = 0$ (s)

- Theo phương pháp tọa độ để các ta có

+ Vận tốc của chất điểm tại thời điểm ban đầu

m/s

+ Gia tốc của chất điểm tại thời điểm ban đầu

m/s²

Ví dụ 2: Cơ cấu tay quay con trượt OAB

(Hình 8-4), có $OA = AB = l$. Tay quay OA

quay đều quanh trục O theo luật ;

$$\omega_0 = \text{const} .$$

Viết phương trình chuyển động cho trung điểm I của thanh AB, tính vận tốc , gia tốc của điểm I ?

Bài làm

Chọn hệ trục như hình vẽ.

Trung điểm I của thanh truyền AB có tọa độ (x_I, y_I) :

(Xác định tọa độ trung điểm I (x_I, y_I) dựa vào các tam giác vuông trên hình vẽ)

Từ hình vẽ ta có

$$x = \frac{3}{2}l \cdot \cos \omega_0 t$$

$$y = \frac{1}{2}l \cdot \sin \omega_0 t$$

Phương trình phương trình chuyển động của điểm I là

$$; \quad y = \frac{1}{2}l \cdot \sin \omega_0 t$$

Vận tốc của điểm I	Gia tốc của điểm I

CÂU HỎI ÔN TẬP

- Viết phương trình chuyển động, biểu thức tính vận tốc, gia tốc của chất điểm dạng vectơ và dạng tọa độ để các ?
- Viết phương trình chuyển động, biểu thức tính vận tốc, gia tốc của các chuyển động thường gặp trong chuyển động của chất điểm?

BÀI TẬP

Bài 1: Một chất điểm chuyển động theo quy luật sau :

$$x = 6.t + 2.t^2$$

$$y = 4.t + 3.t^2$$

x,y : tính bằng m

t : tính bằng giây

Xác định quỹ đạo vận tốc , gia tốc của điểm tại thời điểm ban đầu ?

Bài 2: Phương trình chuyển động của một điểm trong mặt phẳng là:

$$x = v_0.t;$$

Trong đó v_0 và g là hằng số.

Tìm quỹ đạo chuyển động, vận tốc và gia tốc của điểm ?

Bài 3: Một tàu thủy chuyển động thẳng nhanh dần đều. Vận tốc lúc ở A là v_1 và ở B là v_2 với $v_1 < v_2$. Khoảng cách $AB = l$. Tìm phương trình chuyển động và khoảng thời gian T tàu đi từ A đến B. Tính vận tốc, gia tốc của tàu lúc $t=2T$

Bài 4: Trong thời gian mở máy, một điểm trên vành vô lăng chuyển động theo luật $S = 0,1.t^3$ (t tính bằng: s, S tính bằng: m). Xác định gia tốc và tính chất chuyển động của điểm ở thời điểm khảo sát. Biết rằng lúc đó vận tốc bằng 40m/s. Bán kính vô lăng là 1m

CHƯƠNG IX : CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA VẬT RẮN

Mã chương: CHIX

Trong chương này ta khảo sát hai dạng chuyển động đơn giản nhất của vật rắn là chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay quanh một trục cố định. Mọi dạng chuyển động phức tạp của vật rắn đều có thể phân tích thành

hai chuyển động cơ bản này và từ hai chuyển động cơ bản này ta sẽ tổng hợp thành các dạng chuyển động phức tạp của vật rắn.

Khi khảo sát chuyển động của vật rắn được xác định theo hai bước:

- *Khảo sát chuyển động của vật rắn*
- *Khảo sát chuyển động của điểm thuộc vật rắn*

Mục tiêu:

- + Trình bày được định nghĩa, tính chất và phương pháp khảo sát vật chuyển động tịnh tiến.
- + Phân tích được cách xác định các đại lượng đặc trưng của chuyển động quay quanh trục cố định.
- + Giải được bài toán tính toán cho chuyển động của vật quay quanh trục cố định và của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN

Mục tiêu:

- + Trình bày được định nghĩa, tính chất và phương pháp khảo sát vật chuyển động tịnh tiến.

1.1. Định nghĩa :

Chuyển động tịnh tiến của vật rắn là chuyển động mà mỗi đoạn thẳng bất kỳ thuộc vật luôn song song với vị trí ban đầu của nó

Ví dụ : Chuyển động của ngăn kéo bàn ,thùng xe ô tô trên đường thẳng , thanh truyền AB (Hình 9-1), tay biên tàu hỏa (Hình 9-2)

1.2. Định lý :

Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến thì quỹ đạo vận tốc ,gia tốc của của các điểm thuộc vật là như nhau

Giả sử xét các điểm A, B, C cùng thuộc vật rắn

Ta có :

2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH 1 TRỤC CỐ ĐỊNH

Mục tiêu:

- + Trình bày được định nghĩa vật chuyển động quay quanh trục cố định.
- + Phân tích được cách xác định các đại lượng đặc trưng: Phương trình chuyển động, vận tốc góc, gia tốc góc của vật quay quanh trục cố định.

2.1. Khảo sát chuyển động quay của vật rắn quanh 1 trục cố định

a. Định nghĩa

Chuyển động quay của vật rắn quanh 1 trục cố định là chuyển động mà trong đó có hai điểm bất kỳ thuộc vật luôn luôn cố định. Đường thẳng nối hai điểm cố định gọi là trục quay

b. Phương trình chuyển động

Gắn vào trục quay AB một mặt phẳng cố định (P) dùng làm mặt phẳng quy chiếu, gắn vào vật mặt phẳng di động (Q) quay cùng với vật quanh trục quay. Hai mặt phẳng (P), (Q) tạo với nhau một góc φ . Khi vật chuyển động quay quanh trục AB thì góc φ sẽ thay đổi theo thời gian. Ta có

$$\varphi = \omega t \quad (1)$$

Phương trình (1) là phương trình chuyển động của vật quay quanh một trục cố định

c. Vận tốc góc : ω (rad/s)

Vận tốc góc của vật rắn quay quanh một trục cố định bằng đạo hàm bậc nhất của góc quay theo thời gian

*Vận tốc góc còn được tính theo công thức :

$$\omega = 2\pi n \quad n : \text{tốc độ vòng quay của trục trong một phút (vòng /phút)}$$

d. Gia tốc góc : α (rad/s²)

Gia tốc góc của vật rắn quay quanh một trục cố định bằng đạo hàm bậc nhất của vận tốc góc hay đạo hàm bậc hai của góc quay theo thời gian

2.2. Các chuyển động thường gặp

a. Vật quay đều

b. Vật quay biến đổi đổi đều

...

3. CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM THUỘC VẬT CÓ CHUYỂN ĐỘNG QUAY

QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

Mục tiêu:

+ Trình bày được các công thức tính các đại lượng đặc trưng của chuyển

động của điểm

+ Phân tích được cách xác định các đại lượng đặc trưng: Phương trình chuyển động, vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định.

+ Giải được bài toán tính toán cho chuyển động của vật quay quanh một

trục cố định và của điểm thuộc vật quay quanh trục cố định

Xét điểm M có bán kính $OM = R$ thuộc vật rắn có chuyển động quay quanh một trục cố định (Hình 9-4)

3.1. Phương trình chuyển động của điểm

3.2. Vận tốc của điểm

* Véc tơ vận tốc

có: - Phương: Vuông góc với bán kính quay

- Chiều: theo chiều quay ω

- Độ lớn:

3.3. Gia tốc của điểm :

* Gia tốc tiếp: có - Phương: Vuông góc với bán kính quay

- Chiều: theo chiều quay ε

- Độ lớn:

* Gia tốc pháp: có - Phương: Dọc theo bán kính quay

- Chiều: Hướng về tâm

- Độ lớn:

* Độ lớn của gia tốc của điểm :

Ví dụ 1: Một trục máy đang quay với vận tốc $n = 600$ vòng/phút thì tắt máy và sau 20 giây thì dừng hẳn. Tính gia tốc góc, và số vòng quay của trục trong 20s đó

Bài làm

Sau khi tắt máy, trục quay chậm dần đều

Ta có: (1)

Trong đó:

Khi $t_0 = 0$ s thì, $\varphi_0 = 0$

Khi $t = 20$ s thì $\omega = 0$

Thay vào (1) Ta Có

Số vòng quay của trục trong 20s là

Ví dụ 2: Một vật quay quanh trục cố định O (Hình 9-5). Tại thời điểm khảo sát điểm M cách trục quay một khoảng $R=0,5\text{m}$; có vận tốc $v=2\text{m/s}$;
 $a = 10 \text{ m/s}^2$.

Tính vận tốc góc và gia tốc góc của vật ?

Bài làm

*Vận tốc góc của vật là ω

Ta có

*Gia tốc góc của vật là : ε

Ta có :

- Gia tốc tiếp của điểm M là

- Gia tốc pháp của điểm M là

Gia tốc của điểm M là

Vậy gia tốc góc của vật là :

* Hình vẽ (Hình 9-6)

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1.Nêu định nghĩa chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định?
- 2.Viết các biểu thức tính vận tốc góc,gia tốc góc của vật rắn có chuyển động quay quanh một trục cố định.
- 3.Vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật rắn có chuyển động quay quanh một trục cố định ?

BÀI TẬP

Bài 1 :

Một vật quay quanh trục cố định O với

vận tốc góc $\omega = 20 \text{ rad/s}$, gia tốc góc $\varepsilon = 10\pi \text{ rad/s}^2$.

Tính vận tốc và gia tốc của điểm B cách trục quay một khoảng $R = 0.2\text{m}$? Hình vẽ (Hình 9-5)

Bài 2 : Véc tơ gia tốc của một điểm trên vành tròn chuyển động quay quanh trục O tạo với bán kính một góc 60° , gia tốc tiếp của điểm đó tại thời điểm khảo sát là $a^t = 10\text{m/s}^2$. Tìm gia tốc pháp của điểm M. Biết điểm M cách trục quay một khoảng $r = 0,5\text{m}$. Bán kính vành tròn là $R = 1\text{m}$?

Bài 3 : Một vật quay nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ lúc $t = 1\text{s}$ điểm cách trục quay một khoảng $R_1 = 2\text{m}$ có gia tốc $a = 2\text{m/s}^2$. Tìm gia tốc của điểm cách trục quay một khoảng $R = 4\text{m}$ lúc $t = 2\text{s}$?

CHƯƠNG X : CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG CỦA VẬT RẮN

Mã chương: CHX

Chuyển động song phẳng của vật rắn là chuyển động phức hợp thường gặp trong kỹ thuật, đặc biệt là trong các cơ cấu truyền động của máy. Khi khảo sát chuyển động song phẳng người ta sẽ phân tích nó thành hai chuyển động cơ bản của vật rắn đã học ở chương trước và phương pháp khảo sát theo hai bước:

- Khảo sát chuyển động của vật rắn có chuyển động song phẳng
- Khảo sát chuyển động của điểm thuộc vật rắn có chuyển động song phẳng

Mục tiêu:

+ Trình bày được :

- Định nghĩa và phương pháp nghiên cứu vật chuyển động song phẳng.
- Các định lý về quan hệ vận tốc và quan hệ gia tốc giữa các điểm

thuộc

hình phẳng

- Khái niệm tâm vận tốc tức thời, định lý về sự phân bố vận tốc giữa

các

điểm và các quy tắc tìm tâm vận tốc tức thời

- + Phân tích được phương pháp xác định tâm vận tốc tức thời và Xác định vận tốc của điểm bằng phương pháp tâm vận tốc tức thời.
- + Giải được bài toán xác định các thông số động học của điểm thuộc vật chuyển động song phẳng.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VẬT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG

Mục tiêu:

- + Trình bày được định nghĩa và phương pháp nghiên cứu vật chuyển động song phẳng.

1.1. Định nghĩa :

Chuyển động song phẳng của vật rắn là chuyển động trong đó mỗi điểm thuộc vật luôn di chuyển trong một mặt phẳng song song với mặt phẳng quy chiếu cho trước

Ví dụ : Điểm M và mặt phẳng (S) cùng thuộc vật rắn có chuyển động song phẳng. Điểm M luôn luôn chuyển động trong mặt phẳng (S), mặt phẳng (S) thuộc mặt phẳng (P) , mặt phẳng (P) luôn song song với mặt phẳng (Q) ; (Q) là mặt phẳng quy chiếu cho trước (*Hình 10-1*)

1.2. Phương pháp nghiên cứu vật chuyển động song phẳng

Chuyển động song phẳng của vật rắn là một chuyển động phức hợp hay

gặp trong kỹ thuật. Khi nghiên cứu chuyển động phức hợp của vật rắn ta thường phân tích chuyển động phức hợp ra các chuyển động cơ bản đã biết phương pháp tính. Phương pháp nghiên cứu vật chuyển động song phẳng tương đối tổng quát: Đầu tiên khảo sát chuyển động của toàn vật sau đó khảo sát chuyển động của các điểm thuộc vật rắn chuyển động song phẳng.

1.3. Mô hình

- Thanh truyền AB trong cơ cấu tay quay con trượt (*Hình 10-2*);
- Cơ cấu bốn khâu (*Hình 10-3*)
- Bánh xe lăn không trượt trên đường thẳng (*Hình 10-4*).....

2. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỊNH TIẾN VÀ QUAY

Mục tiêu:

- + Trình bày được các định lý về quan hệ vận tốc và quan hệ gia tốc giữa các điểm thuộc hình phẳng
- + Phân tích chuyển động của hình phẳng (S) thành chuyển động tịnh tiến và quay
- + Xác định được các thông số động học của chuyển động của hình phẳng.
- + Giải được bài toán xác định các thông số động học của điểm thuộc hình phẳng

2.1. Phân tích chuyển động của hình phẳng (S) thành chuyển động tịnh tiến và quay

Xét hình phẳng (S) chuyển động trong mặt phẳng (P).

- Trong mặt phẳng (P) chọn hệ trục tọa độ cố định $x_1O_1y_1$.
- Lấy một điểm O thuộc hình phẳng (S) gắn vào đó hệ trục động xoy sao cho

$$Ox // O_1x_1$$

$$Oy // O_1y_1$$

Vậy hệ trục xoy có chuyển động tịnh tiến đối với hệ trục $x_1O_1y_1$

- Đối với hệ trục xOy tấm phẳng có chuyển động quay quanh trục O và góc định vị là góc φ

+ Khi hình phẳng chuyển động thì các thông số x_0, y_0, φ sẽ thay đổi theo thời gian

Ta có

Phương trình chuyển động hình phẳng

;

Qua phân tích trên ta thấy, chuyển động của hình phẳng (S) được phân tích thành chuyển động tịnh tiến cùng với hệ trục Oxy và quay quanh trục qua O

2.2. Các yếu tố động học của chuyển động của hình phẳng

- Hệ trục Oxy có chuyển động tịnh tiến đối với hệ trục $O_1x_1y_1$. Trong chuyển động tịnh tiến này ta chỉ cần khảo sát chuyển động của một điểm O thuộc hệ trục Oxy nên có các thông số động học là vận tốc và gia tốc của điểm O

- Tấm phẳng có chuyển động quay quanh trục O và được xác định bởi góc định vị là góc φ nên có các thông số động học là vận tốc góc ω , gia tốc góc ε

Vậy có 4 yếu tố động học của chuyển động của hình phẳng là: v , ω , ε

2.3. Khảo sát chuyển động của các điểm thuộc hình phẳng

2.3.1. Quan hệ vận tốc giữa hai điểm

Định lý 1: Vận tốc của điểm B bằng tổng hình học vận tốc của điểm A và vận tốc của điểm B khi hình phẳng quay quanh cực A. (Hình 10-6)

Biểu thức

$$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \mathbf{v}_{BA}$$

Trong đó \mathbf{v}_B : là vận tốc của điểm B khi hình phẳng quay quanh cực A

Vận tốc có :
- Phương : Vuông góc với BA
- Chiều : theo chiều quay ω
- Độ lớn :

Định lý 2: Hình chiếu của các véc tơ vận tốc của hai điểm thuộc hình phẳng lên đường thẳng nối hai điểm đó bằng nhau (hình 10-7)

2.3.2. Liên hệ gia tốc giữa 2 điểm

Định lý 3 : Gia tốc của điểm B bằng tổng hình học gia tốc của điểm A và gia tốc của điểm B khi hình phẳng quay quanh cực A. (Hình 10-8)

Biểu thức

Trong đó:

- Gia tốc tiếp tuyến : có
 - Phương : Vuông góc với BA
 - có - Chiều: theo chiều của ε
 - Độ lớn :
- Gia tốc pháp tuyến : có

- Phương : Dọc theo BA
- có - Chiều : Hướng về cực A
- Độ lớn :

3. KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG BẰNG PHÉP QUAY QUANH TÂM VẬN TỐC TỨC THỜI.

Mục tiêu:

- + Trình bày được khái niệm tâm vận tốc tức thời, định lý về sự phân bố vận tốc giữa các điểm và các quy tắc tìm tâm vận tốc tức thời
- + Phân tích được phương pháp xác định tâm vận tốc tức thời và xác định vận tốc của điểm bằng phương pháp tâm vận tốc tức thời.
- + Giải được bài toán xác định các thông số động học của điểm thuộc vật chuyển động song phẳng.

3.1. Tâm vận tốc tức thời

- Định nghĩa : Nếu tại thời điểm khảo sát tồn tại một điểm thuộc hình phẳng có vận tốc bằng 0 thì điểm đó gọi là tâm vận tốc tức thời
- Định lý 3 : Tại thời điểm vận tốc góc của hình phẳng khác 0 ($\omega \neq 0$) thì tồn tại duy nhất một tâm vận tốc tức thời

3.2. Phân bố vận tốc giữa các điểm

- * Khi $\omega = 0$: Gọi P là tâm vận tốc tức thời tức là có $v_P = 0$
 Tính vận tốc của các điểm thuộc hình phẳng theo v_P ?
 Vận tốc của điểm M

mà có $v_P = 0$

Tương tự tính vận tốc của điểm N

Định lý 4 : Tại thời điểm tồn tại tâm vận tốc tức thời, vận tốc của các điểm thuộc hình phẳng phân bố giống như trường hợp quay quanh tâm vận tốc tức thời

- * Khi $\omega = 0$: thì ta có $v_M = v_{MP} = 0$
 $v_N = v_{NP} = 0$

Vậy vật chuyển động tịnh tiến tức thời

3.3. Quy tắc tìm tâm vận tốc tức thời

- * Trường hợp 1: Theo định lý 1 Ta có

$$\text{mà } v_P = 0$$

$$v_A = v_{AP} = \omega \cdot AP$$

Khi đó ta tìm được Tâm vận tốc tức thời P (Hình 10-10 a)

a,

b,

c,

d,

e,

g,

Hình 10-10

* Trường hợp 2: Biết vận tốc điểm A và B có phương cắt nhau. Từ hai điểm A và B kẻ hai đường vuông góc với các phương vận tốc của chúng. Giao điểm của hai đường này là tâm vận tốc tức thời P (Hình 10-10b)

* Trường hợp 3: Biết vận tốc điểm A và B có phương song song với nhau. Nếu AB vuông góc với hai vectơ vận tốc. Giao điểm của AB và đường thẳng qua các điểm mút của các vận tốc là tâm vận tốc tức thời P (Hình 10-9c) và (Hình 10-10d)

* Trường hợp 4 : Hai vectơ vận tốc của hai điểm AB có phương song song với nhau, cùng chiều, bằng nhau và cùng vuông góc với AB thì tâm vận tốc tức thời P ở vô cùng (Hình 10-10e)

* Trường hợp 5: Khi một hình phẳng lăn không trượt trên đường thẳng thì điểm tiếp xúc giữa hình phẳng và đường thẳng là tâm vận tốc tức thời P (Hình 10-10g)

Bài tập ứng dụng:

Bài 1 : Một bánh xe có bán kính $R = 0,2\text{m}$ lăn không trượt trên một đường thẳng cố định. Tính vận tốc và gia tốc của điểm M trên vành

bánh xe tại thời điểm tâm O của bánh xe có vận tốc là $v_0 = 1\text{ m/s}$, gia tốc $a_0 = 1,6\text{ m/s}^2$

Bài làm

Bánh xe lăn không trượt trên đường thẳng cố định. Vậy lúc này bánh xe thực hiện chuyển động song phẳng đang theo cách xác định tâm vận tốc tức thời thì điểm tiếp xúc bánh xe và đường thẳng là tâm vận tốc tức thời P

Theo định lý 4 Ta có

(rad/s)

Và có (rad/s²)

* Vận tốc của điểm M là

(m/s)

Phương, chiều của vận tốc của điểm M

(Hình 10-11)

* Gia tốc của điểm M là

(2.1)

- Gia tốc pháp tuyến :

có - Phương : Vuông góc với MO

- Chiều: theo chiều của ε

- Độ lớn : (m/s²)

- Gia tốc tiếp tuyến : có - Phương : Dọc theo MO

- Chiều : Hướng về cực P

- Độ lớn : (m/s²)

Chiếu biểu thức (2.1) lên hệ trục xOy theo hình vẽ ta có

(m/s²)

Phương, chiều của gia tốc của điểm M (Hình 10-12)

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu định nghĩa chuyển động song phẳng của vật rắn, phân tích các chuyển động của hình phẳng và nêu các thông số động học của chuyển động ?
2. Phát biểu định lý quan hệ vận tốc giữa hai điểm và định lý quan hệ gia tốc giữa hai điểm thuộc hình phẳng coa chuyển động song phẳng?
3. Nêu định nghĩa, định lý tâm vận tốc tức thời ? Các quy tắc tìm tâm vận tốc tức thời ?

BÀI TẬP

Bài 1: Cơ cấu tay quay OA quay xung quanh trục O làm bánh 2 lăn không trượt theo vành bánh 1 cố định. Biết $r_1 = 0,2\text{m}$, $r_2 = 0,3\text{m}$ (Hình 10-13). Lúc tay quay có vận tốc góc $\omega = 1\text{rad/s}$ và gia tốc góc $\varepsilon = 4\text{rad/s}^2$, Tìm :

- Vận tốc góc của bánh 2, vận tốc điểm B trên vành bánh 2 ; biết $AB = OA$?
- Gia tốc góc bánh 2 và gia tốc điểm B ?

Bài 2: Một đĩa phẳng có bán kính $R = 0,5\text{m}$ lăn không trượt trên mặt phẳng nghiêng (Hình 10-14) . tại thời điểm khảo sát tâm của đĩa có vận tốc $v_A = 1\text{m/s}$ và gia tốc $a_A = 3\text{m/s}^2$.

Tìm :

- Vận tốc góc của đĩa, vận tốc các điểm C, D, E ?
- Gia tốc góc của đĩa, gia tốc các điểm B, C ?

CHƯƠNG XI

TỔNG HỢP CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỂM

Mã chương: CHXI

Trong thực tế có những chất điểm chuyển động trong vật đang chuyển động. ví dụ: Một người chạy trên con tàu đang chuyển động. Nhiệm vụ của chương này là khảo sát chuyển động của chất điểm (của người trong ví dụ trên)

Trong chương I ta đã khảo sát chuyển động của điểm đối với hệ quy chiếu cố định . Trong chương này chúng ta khảo sát chuyển động của điểm đối với hệ quy chiếu đang chuyển động đối với hệ quy chiếu cố định .

Mục tiêu:

- + Trình bày được phương pháp chọn hệ quy chiếu động và hệ quy chiếu cố định.
- + Phân biệt được chuyển động tương đối, chuyển động tuyệt đối, chuyển động theo.
- + Vận dụng được định lý hợp vận tốc để giải bài toán.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA CÁC CHUYỂN ĐỘNG TRONG CHUYỂN ĐỘNG TỔNG HỢP

Mục tiêu:

- + Trình bày được phương pháp chọn hệ quy chiếu động và hệ quy chiếu cố định.
- + Phân biệt được chuyển động tương đối, chuyển động tuyệt đối, chuyển động theo.

1.1. Khái niệm

Nếu một điểm tham gia đồng thời nhiều chuyển động thì điểm đó thực hiện tổng hợp chuyển động của điểm

1.2. Mô hình

Chất điểm M có chuyển động đối với hệ quy chiếu động (B), hệ quy chiếu động (B) có chuyển động đối với hệ quy chiếu cố định (A). Vậy chuyển động của điểm M đối với hệ quy chiếu cố định (A) được gọi là tổng hợp chuyển động từ hai chuyển động trên .

- Chuyển động của điểm M đối với hệ quy chiếu động (B) là *chuyển động tương đối*
- Chuyển động của hệ quy chiếu động (B) đối với hệ quy chiếu cố định (A) gọi là *chuyển động theo*
- Chuyển động của điểm M đối với hệ quy chiếu cố định (A) được gọi là *chuyển động tuyệt đối*

1.3. Các định nghĩa về vận tốc

a. Vận tốc tuyệt đối của điểm : Ký hiệu :

Vận tốc tuyệt đối của điểm là vận tốc chuyển động của điểm đó đối với hệ quy chiếu cố định

b. Vận tốc tương đối: Ký hiệu :

Vận tốc tương đối là vận tốc chuyển động của điểm đối với hệ quy chiếu động

c. Vận tốc theo : Ký hiệu :

Vận tốc theo là vận tốc chuyển động của hệ quy chiếu động đối với hệ quy chiếu cố định

Xét điểm M^* thuộc hệ quy chiếu động (B). Tại thời điểm khảo sát có $M^* \equiv M$
Ta có :

2. ĐỊNH LÝ HỢP VẬN TỐC

Định lý : Tại mỗi thời điểm, vận tốc tuyệt đối của điểm bằng tổng hình học vận tốc tương đối và vận tốc theo

Ta có : $v_a = v_r + v_e$

Ví dụ : Một ống tròn bán kính R quay quanh trục cố định O với vận tốc ω . Một chất điểm (viên bi) chuyển động đều trong ống tròn với vận tốc không đổi v_0 . Tính vận tốc tuyệt đối của chất điểm khi nó ở vị trí M (Hình 11-2) ? Biết $O_1O = 2R$

Bài giải

Chọn ống tròn làm hệ quy chiếu động, trục quay là hệ quy chiếu cố định vậy ta có các chuyển động tương đối sau:

- Chuyển động của chất điểm đối với ống tròn là chuyển động tương đối

- Chuyển động của ống tròn đối với trục quay là chuyển động theo
+ Phương: vuông góc với OM

có : + Chiều : Theo chiều của

+ Độ lớn : $v_e = \omega \cdot OM$

- Chuyển động của chất điểm đối với trục quay là chuyển động tuyệt đối

(1)

Lập hệ trục tọa độ xMy , chiếu biểu thức (1) lên hệ trục ta được:

Từ hình vẽ ta có :

Thay vào ta có

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Các định nghĩa vận tốc tuyệt đối của điểm, vận tốc tương đối, vận tốc theo?
2. Phát biểu định lý hợp vận tốc của điểm ?

BÀI TẬP:

Bài 1: Tay quay $OA=l$ quay quanh trục cố định O với vận tốc góc $\omega = \text{const}$ làm cần k trượt theo phương ngang (Hình 11-4).

Tính vận tốc của cần k . Biết ở vị trí này $\alpha = 30^\circ$?

Bài 2: Vành tròn có bán kính $R=30\text{cm}$ quay trong mặt phẳng của nó quanh trục O với vận tốc góc không đổi $\omega_0 = 4\text{rad/s}$ (Hình 11-5). Điểm M chuyển động trên vành tròn theo quy luật $s = OM = 5.\pi \text{ cm}$

Tìm vận tốc tuyệt đối của điểm M lúc $t=2\text{s}$?

PHẦN III : ĐỘNG LỰC HỌC

CHƯƠNG XII: CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM.

Mã chương: CHXII

Động lực học nghiên cứu các quy luật của chuyển động cơ học của các vật thể dưới tác dụng của ngoại lực. Như chúng ta đã biết phần tĩnh học chỉ nghiên cứu vật rắn ở trạng thái cân bằng dưới tác dụng của ngoại lực, động học thì nghiên cứu chuyển động về mặt hình học. Động lực học nghiên cứu chuyển động của các vật thể một cách toàn diện (cả về lực tác dụng và về chuyển động của vật) nhằm thiết lập các mối quan hệ có tính chất quy luật giữa hai loại đại lượng: Các đại lượng đặc trưng cho lực tác dụng và các đại lượng đặc trưng cho chuyển động của vật thể.

Mục tiêu:

- + Trình bày được các khái niệm cơ bản và các định luật cơ bản.
- + Giải được các bài toán cơ bản động lực học chất điểm.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập

1. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA ĐỘNG LỰC HỌC VÀ PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT ĐIỂM

Mục tiêu:

- + Trình bày được các khái niệm cơ bản và các định luật cơ bản.

1.1. Các khái niệm

1.1.1. Chất điểm

Chất điểm là mô hình đơn giản nhất của vật thể khi kích thước của nó có thể bỏ qua được do quá nhỏ so với vật thể khác.

Trong chuyển động chất điểm có thể ở trạng thái tự do (được gọi là chất điểm tự do) hoặc không tự do (được gọi là chất điểm không tự do).

Chất điểm tự do là chất điểm mà tại thời điểm khảo sát các di chuyển (vô cùng bé) của nó từ vị trí đang xét theo bất kỳ phương nào cũng không bị cản trở. Chất điểm không tự do (còn được gọi là chất điểm chịu liên kết) là chất điểm mà tại thời điểm đang xét các di chuyển (vô cùng bé) của nó từ vị trí đang xét bị cản trở ít nhất theo một phương nào đó. Đối với chất điểm không tự do tồn tại các điều kiện ràng buộc về vị trí, vận tốc đối với chuyển động của chất điểm, chúng được gọi là những liên kết.

Chất điểm không tự do có thể được thay thế bằng chất điểm tự do nhờ giải phóng liên kết và đặt thêm các phản lực liên kết.

1.1.2. Cơ hệ

Cơ hệ là tập hợp hữu hạn hoặc vô hạn các chất điểm, trong đó chuyển động của một chất điểm bất kỳ phụ thuộc vào chuyển động của các chất điểm còn lại, tức chuyển động của các chất điểm phụ thuộc vào nhau. Có cơ hệ tự do và cơ hệ không tự do. Cơ hệ tự do gồm chỉ các chất điểm tự do. Cơ hệ không tự do gồm các chất điểm không tự do, ví dụ các cơ cấu máy, các vật rắn tuyệt đối,...

Cơ hệ tự do được khảo sát như cơ hệ tự do nhờ thay thế liên kết.

1.1.3. Lực

Trong động lực học , lực nói chung là đại lượng biến đổi theo thời gian cả về độ lớn và hướng:

$$\vec{F} = \vec{F}(t, \vec{r}, \vec{v})$$

1.1.4. Hệ qui chiếu quán tính

Hệ qui chiếu quán tính là hệ qui chiếu trong đó định luật quán tính được nghiệm đúng. Trong kỹ thuật hệ qui chiếu gắn liền với trái đất được xem là hệ qui chiếu quán tính(hệ quy chiếu quán tính gần đúng).

1.2. Các định luật cơ bản của động lực học

1.2.1 . Định luật quán tính

Định luật quán tính: Chất điểm không chịu tác dụng của lực nào sẽ chuyển động thẳng đều. Trạng thái đứng yên hoặc thẳng đều của chất điểm được gọi là trạng thái quán tính của nó

Như vậy theo định luật này nếu không có lực tác dụng lên chất điểm (chất điểm như vậy gọi là chất điểm cô lập) thì nó có trạng thái quán tính. Nói khác đi, chất điểm cô lập sẽ bảo toàn trạng thái quán tính của mình cho đến khi chưa có lực buộc nó thay đổi trạng thái quán tính của nó. Do đó định luật quán tính cho một tiêu chuẩn về hệ quy chiếu quán tính và khẳng định lực là nguyên nhân làm biến đổi trạng thái chuyển động.

1.2.2. Định luật cơ bản của động lực học

Trong hệ quy chiếu quán tính, dưới tác dụng của lực, chất điểm chuyển động với gia tốc cùng hướng với lực và có giá trị tỉ lệ với cường độ tác dụng của lực (Hình 12-1)

Định luật cơ bản của động lực học được biểu thị bằng biểu thức sau:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Trong đó : m là khối lượng của chất điểm

là gia tốc chuyển động của chất điểm

Trong đó : hệ số tỉ lệ m có giá trị không đổi, nó là số đo quán tính của chất điểm được gọi là khối lượng của chất điểm. Định luật này còn gọi là định luật 2 Niuton.

Hình 12-1

Nếu $\vec{F} = \vec{0}$ thì $\vec{a} = \vec{0}$ (bao gồm cả trường hợp $\vec{v} = \vec{0}$), tức chất điểm có trạng thái quán tính.

Khi chất điểm rơi tự do trong trọng trường, ta có:

$$P = m \cdot g$$

Từ đây ta có mối quan hệ giữa khối lượng và trọng lượng chất điểm, trong đó $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, được gọi là gia tốc trọng trường (gia tốc của rơi tự do).

Để khảo sát bài toán chuyển động lực học ngoài hai định luật nêu trên, ta còn sử dụng các định luật đã nêu trong tĩnh học như Định luật tác dụng và phản lực tác dụng, Định luật thay thế tương đương liên kết.

1.3. Phương trình vi phân chuyển động của chất điểm

1.3.1. Phương trình chuyển động của chất điểm dạng vectơ

Như đã biết, trong hệ quán tính chuyển động của chất điểm tuân theo định

luật cơ bản của động lực học. Nếu gọi \vec{r} là vectơ định vị của chất điểm trong hệ quy chiếu quán tính, ta có:

$$m \vec{r}'' = \vec{F}(t, \vec{r}, \vec{r}') \quad (12-2)$$

Phương trình (12-2) được gọi là phương trình vi phân chuyển động của chất điểm dạng vectơ.

1.3.2. Phương trình vi phân chuyển động của chất điểm dạng tọa độ Đề các

Chọn hệ trục tọa độ để các trục vuông góc gắn vào hệ quy chiếu quán tính. Khi chiếu hai vế của đẳng thức vectơ (6-2) ta được:

$$m \ddot{x} = F_x(t, x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}),$$

$$m \ddot{y} = F_y(t, x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}),$$

$$m \ddot{z} = F_z(t, x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}),$$

Đó là phương trình vi phân chuyển động của chất điểm dạng tọa độ Đề các. Khi chất điểm chuyển động trong mặt phẳng hoặc theo mặt phẳng hoặc theo đường thẳng thì số phương trình giảm xuống còn tương ứng hai hoặc một.

1.4. Hệ đơn vị cơ học

Các đại lượng cơ bản trong cơ học độ dài, khối lượng và thời gian. Tương ứng có các đơn vị cơ bản là mét ký hiệu là m; kilôgam ký hiệu là kg và giây ký hiệu là s. Ứng với các đơn vị cơ bản này, đơn vị của lực là Niuton kí

hiệu là N: Niuton là lực gây cho chất điểm có khối lượng bằng một kilôgam gia tốc bằng một mét trên giây bình phương.

1.5 . Hai bài toán cơ bản của động lực học chất điểm.

1.5.1. Bài toán thứ nhất (bài toán thuận): Cho biết chuyển động của chất điểm, hãy xác định lực tác dụng lên chất điểm.

Ví dụ 12-1 : Thang máy đi lên với gia tốc a. Hãy xác định phản lực của sàn thang máy tác dụng lên người (hình 12-2)

Bài giải : Xem người là một chất điểm chuyển động cùng gia tốc a của thang máy dưới tác dụng của trọng lực (sức hút của quả đất) và phản lực của sàn thang máy. Gia tốc a đã cho , còn phản lực chưa biết , nên bài toán thuộc bài toán thứ nhất. Chọn phương, chiều dương hướng thẳng đứng lên .Áp dụng định luật hai Niuton ta có:

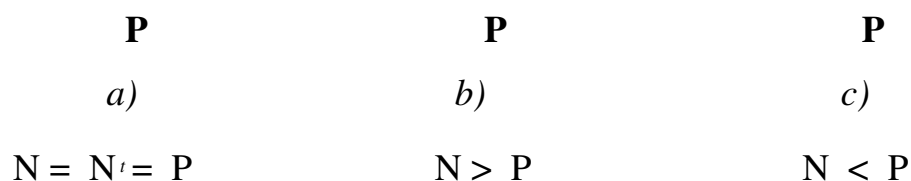
$$m\vec{a} = \vec{P} - \vec{N}$$

Chiếu hai vế của véctơ lên trục thẳng đứng, ta có (Hình 6.3b)

$$ma = N - P$$

Từ đây:
$$N = ma + P = P \left(1 + \frac{a}{g}\right).$$

Khi a = 0 (tức thang máy đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều) thì N = P tức phản lực tác dụng lên người. Phản lực này gọi là phản lực tĩnh, kí hiệu (Hình 12-2a)



Hình 12-2

Vậy phản lực khi thang máy chuyển động lên với gia tốc a sẽ bằng (Hình 12-2b)

Tức là phản lực tăng so với phản lực tĩnh, do đó con người cảm thấy khó chịu

u khi đi thang máy có gia tốc ngược với gia tốc trọng trường hay khi máy bay tăng tốc độ để chiếm độ cao.

Khi thang máy đi xuống ta có (Hình 12-2c)

Tức là phản lực giảm so với phản lực tĩnh và điều này làm con người cảm thấy như bị hẫng hụt. Cảm giác này xuất hiện cho hành khách đi máy bay khi máy bay hạ cánh.

1.5.2. Bài toán thứ hai (bài toán ngược): Cho biết lực tác dụng lên chất điểm và các điều kiện đầu của chuyển động (vị trí ban đầu và vận tốc ban đầu). Hãy xác định chuyển động của chất điểm.

Như đã biết từ phương trình cơ bản của động lực học chất điểm. Do đó để tìm chuyển động của chất điểm cần phải tích phân phương trình vi phân chuyển động. Nếu tìm được các tích phân chúng sẽ chứa các hằng số tích phân. Để xác định các hằng số tích phân chúng ta thay các vị trí đầu và vận tốc đầu vào biểu thức nghiệm.

Ví dụ : Một quả cầu khối lượng m rơi tự do từ điểm O không vận tốc đầu dưới tác dụng của trọng lực trong môi trường không cản. Tìm quy luật chuyển động của quả cầu (Hình 12-3).

Bài giải:

Xem quả cầu như một chất điểm chuyển động theo phương thẳng hướng xuống. Phương trình vi phân chuyển động của quả cầu là :

$$m\ddot{x} = P = mg \Rightarrow \ddot{x} = g$$

$$\text{Do đó : } \ddot{x} = \frac{d\dot{x}}{dt} = g \Rightarrow d\dot{x} = g \cdot dt$$

Từ phương trình này ta nhận được:

$$\dot{x} = gt + C_1 \Rightarrow \frac{dx}{dt} = gt + C_1$$

$$\text{Do đó: } dx = g \cdot t \cdot dt + C_1 \cdot dt$$

$$\text{Vậy : } x = \frac{1}{2}gt^2 + C_1t + C_2$$

Để xác định C_1 và C_2 ta thay điều kiện đầu ($x(0) = 0, \dot{x}(0) = 0$) vào các biểu thức của vận tốc và quãng đường đi, ta có :

$$C_1 = 0 ; C_2 = 0$$

$$\text{Vậy : } x = \frac{1}{2}gt^2$$

Trong môi trường không cản quả cầu rơi nhanh dần đều với gia tốc $a = g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

2. LỰC QUÁN TÍNH VÀ NGUYÊN LÝ ĐĂLĂMBE.

Mục tiêu:

+ Trình bày được định nghĩa lực quán tính và nguyên lý Đălămbê đối với chất điểm và đối với cơ hệ

+ Giải được các bài toán cơ bản của chất điểm bằng vận dụng nguyên lý Đălămbê

2.1. Lực quán tính của chất điểm.

Khảo sát chất điểm dưới tác dụng của lực \vec{F} chuyển động với gia tốc \vec{a} đối với hệ quy chiếu quán tính. Ta đưa vào định nghĩa:

Lực quán tính của chất điểm, kí hiệu là \vec{F}^{qt} , có cùng phương, ngược chiều với gia tốc chất điểm và có giá trị bằng tích của khối lượng với gia tốc của chất điểm:

Cần nhấn mạnh rằng lực quán tính của chất điểm không phải là lực tác dụng lên chất điểm. Để làm rõ ta xét hai ví dụ sau:

Giả sử dưới tác dụng của lực \vec{F} xe chạy với gia tốc \vec{a} . Theo định luật 2 của động lực học, ta có $\vec{F} = m\vec{a}$. Khi ta tác dụng lên xe một lực \vec{F} (lực này đặt lên xe) thì để bảo toàn tính quán tính của nó xe tác dụng lại \vec{F}' , lực này đặt lên tay đẩy (không đặt lên xe). Do định luật tác dụng và phản tác dụng ta có:

$$\vec{F}' = -\vec{F} = -m\vec{a} = \vec{F}^{qt}$$

Vậy lực quán tính của xe không phải là lực tác dụng lên xe mà là lực từ xe tác dụng lên tay đẩy (Hình 12-4).

Ta khảo sát một ví dụ khác: Một chất điểm có khối lượng m buộc vào đầu một sợi dây, nó quay đều với vận tốc góc ω . Gia tốc của chất điểm là gia

tốc hướng tâm. Lực quán tính của chất điểm là lực ly tâm. Lực này không đặt lên chất điểm mà chính là lực chất điểm tác dụng lên dây và nhờ đó mà dây luôn luôn căng. Lực tác dụng lên chất điểm, ngoài trọng lực có lực do dây tác dụng lên chất điểm (phản lực của dây tác dụng lên chất điểm). Lực này hướng về tâm (lực hướng tâm) ngược chiều với lực quán tính (Hình 12-5).

2.2 Nguyên lý Đalămbe.

2.2.1. Nguyên lý Đalămbe đối với chất điểm :

Tại mỗi thời điểm lực quán tính của chất điểm cân bằng với lực tác dụng lên chất điểm.

$$\vec{F}_{qt} + \vec{F} = 0$$

Để khẳng định sự đúng đắn của nguyên lý ta dựa vào định luật 2 của Niuton. Thực vậy theo định luật 2 Niuton ta có (Hình 12-6).

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{Từ đó : } \vec{F} + (-m\vec{a}) = 0 \Rightarrow \vec{F}_{qt} + \vec{F} = 0.$$

*Chú thích :

- 1) Nguyên lý chỉ khẳng định sự cân bằng về lực (hai lực cùng phương, ngược chiều và cùng cường độ) chứ không phải sự cân bằng của chất điểm.
- 2) Trong trường hợp của chất điểm không tự do, lực tác dụng lực tác dụng lên chất điểm là hợp lực của lực hoạt động và lực liên kết.
- 3) Trạng thái cân bằng về lực được thiết lập ở mọi thời điểm. Do đó, có thể thiết lập điều kiện cân bằng (các phương trình cân bằng) đối với hệ trục bất kỳ.

Ví dụ : Một quả cầu nhỏ trọng lượng P được treo vào toa xe chuyển động thẳng với gia tốc \vec{a} . Dây treo quả cầu bị lệch một góc $\alpha = \text{const}$ so với đường thẳng đứng. Xác định gia tốc \vec{a} của toa xe (Hình 12-7).

Bài làm :

Xem quả cầu như một chất điểm chịu tác dụng của trọng lực và phản lực dây \vec{T} do dây tác dụng lên quả cầu.

Lực quán tính của chất điểm do gia tốc của chất điểm (tức gia tốc của xe) sẽ bằng :

$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{a} = -\frac{P}{g}\vec{a}$$

Còn lực thật tác dụng lên quả cầu là hợp lực của trọng lực \vec{P} và phản lực dây. Theo nguyên lý Đalămbe ta có:

$$\vec{T} + \vec{P} + \vec{F}_{qt} = 0$$

Chiếu hai vế của đẳng thức này lên

phương thẳng góc với dây, ta nhận được :

$$\begin{aligned} F_{qt} \cos \alpha &= P \sin \alpha & 0 \\ \Rightarrow \frac{P}{g} a \cos \alpha &= P \sin \alpha & 0 \end{aligned}$$

Vậy : $a = g \cdot \tan \alpha$

Từ đây ta có một phương pháp đơn giản để đo gia tốc của xe bằng cách đo góc lệch của dây.

2.2.2. Nguyên lý D'alambert đối với cơ hệ

Khảo sát cơ hệ gồm N chất điểm M_1, \dots, M_n dưới tác dụng của các lực $\vec{F}_1, \dots, \vec{F}_n$ chuyển động với các gia tốc $\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n$ tương ứng. Xét chất điểm M^k có khối lượng m^k , chịu tác dụng của lực quán tính \vec{F}_k^{qt} . Lực quán tính của chất điểm này là:

$$\vec{F}_k^{qt} = -m_k \vec{a}_k$$

Theo nguyên lý D'alambert đối với chất điểm M^k và do đó đối với mọi chất điểm M^k ($k = 1, 2, \dots, n$), ta có $(\vec{F}_k, \vec{F}_k^{qt}) = 0$. Nguyên lý D'alambert đối với cơ hệ được phát biểu như sau:

Tại mỗi thời điểm, các lực tác dụng lên các chất điểm của cơ hệ và các lực quán tính của các chất điểm thuộc cơ hệ tạo thành một hệ lực cân bằng:

$$(\vec{F}_1, \dots, \vec{F}_n, \vec{F}_1^{qt}, \dots, \vec{F}_n^{qt}) = 0 \quad (12-3)$$

Ví dụ : Một trục máy mất cân bằng được mô hình bằng hai chất điểm M_1 và M_2 có các khối lượng tương ứng bằng m_1 và m_2 nằm trong cùng một mặt phẳng chứa trục quay, khoảng cách của chúng đối trục quay lần lượt bằng e_1 và e_2 . Trục quay quay đều với vận tốc góc ω . Xác định các phản lực tại các ổ trục A và B. Các kích thước được cho trên (Hình 12-8). Bỏ qua ma sát tại trục quay.

Bài làm

Khảo sát cơ hệ là trục máy có gắn hai chất điểm. Các lực tác dụng lên cơ hệ gồm các trọng lực (lực hoạt động) \vec{P}_1, \vec{P}_2 và các phản lực (lực liên kết) $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{X}_B$. Các lực quán tính của hai chất điểm M_1 và M_2 là:

$$\vec{F}_1^{qt} = -m_1 \vec{a}_1 \quad \text{với} \quad \vec{a}_1 = -e_1 \omega^2 \vec{e}_1$$

$$\vec{F}_2^{qt} = m_2 \vec{a}_2 \text{ với } a_2 = e_2 \cdot \frac{2}{0}$$

Chọn hệ trục tọa độ Axy trong đó Ay trùng với trục quay, còn các chất điểm nằm trong mặt phẳng Axy.

Ta có hệ lực phẳng cân bằng sau :

$$(\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{X}_B, \vec{F}_1^{qt}, \vec{F}_2^{qt}) = 0$$

Lập các phương trình cân bằng cho hệ lực trên ta có :

$$F_X = X_A = X_B = F_2^{qt} = F_1^{qt} = 0$$

$$F_Y = Y_A = P_1 = P_2 = 0$$

$$\vec{m}_A(\vec{F}) = P_1 e_1 = P_2 e_2 = X_B(a - b - c) = F_2^{qt}(a - b) = F_1^{qt} a = 0$$

Giải các phương trình này ta được :

$$Y_A = P_1 = P_2$$

$$X_B = \frac{1}{a - b - c} P_1 e_1 = P_2 e_2 = \frac{2}{g} P_1 e_1 a = P_2 e_2 (a - b)$$

$$X_A = \frac{1}{a - b - c} P_2 e_2 = P_1 e_1 = \frac{2}{g} P_1 e_1 (b - c) = P_2 e_2 c$$

Nhận xét : Phản lực ổ trục gồm các thành phần : thành phần không phụ thuộc vào chế độ quay (vận tốc góc của tay quay) được gọi là thành phần phản lực tĩnh và thành phần phụ thuộc vào chế độ quay của trục được gọi là thành phần phản lực không lực. Các phản lực ổ trục không những có giá trị phụ thuộc vào vận tốc góc của trục quay mà còn có phương thay đổi vì các phản lực \vec{X}_A, \vec{X}_B nằm trong mặt phẳng quay Axy.

CÂU HỎI ÔN TẬP:

1. Định nghĩa về chất điểm, cơ hệ: Chất điểm tự do và chất điểm không tự do, cơ hệ tự do và cơ hệ không tự do ?
2. Định nghĩa về lực trong động lực học ?
3. Phương trình vi phân chuyển động của chất điểm ?
4. Các định luật cơ bản về động lực học, hai bài toán cơ bản của động lực học?
5. Lực quán tính và nguyên lý Đalămbe ?

BÀI TẬP

Bài 1: Bàn máy bào có khối lượng $m_1 = 700\text{kg}$, vật gia công có khối lượng $m_2 = 300\text{kg}$. Vận tốc bình ổn trong hành trình là $v = 0,5 \text{ m/s}$, thời gian lấy đà là $T = 0,5\text{s}$. Xác định lực cần thiết để lấy đà (xem chuyển động của bàn trong

khoảng thời gian này là nhanh dần đều) và lực đẩy duy trì bàn máy chuyển động đều trong quá trình chuyển động bình ổn tiếp theo. Cho biết hệ số ma sát trượt động lúc lấy đà là $f_1 = 0,14$ và lúc chuyển động đều là $f_2 = 0,07$.

Bài 2: Một đoàn tàu hỏa không kể đầu máy có khối lượng là 200 tấn chạy nhanh dần trên đoạn ray thẳng nằm ngang. Sau 60 giây kể từ lúc bắt đầu chạy nó đạt tới vận tốc 54km/giờ. Tính lực kéo của đầu máy lên đoàn toa ở chỗ móc nối trong chuyển động đó. Biết rằng lực cản của chuyển động bằng 0,005 trọng lượng của đoàn tàu.

Bài 3: Một vật nặng rơi xuống giếng mỏ không vận tốc đầu. sau thời gian 6,5 giây người ta nghe thấy tiếng va đập của vật vào đáy giếng. Cho biết vận tốc của tiếng động là 330m/s. Tìm chiều sâu của giếng mỏ?

Bài 4: Tìm vận tốc lớn nhất của một quả cầu có khối lượng $m = 10\text{kg}$, bán kính

$r = 8\text{cm}$ chuyển động trong không khí với lực cản $R = kSv^2$ (trong đó v là vận tốc rơi, S là diện tích của hình chiếu của vật rơi trên mặt phẳng thẳng góc với phương vận tốc chuyển động, k là hệ số tỷ lệ trong trường hợp này thì $k = 0,2352\text{Ns}^2/\text{m}^4$).

CHƯƠNG XIII:

CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC HỆ CHẤT ĐIỂM.

Mã chương: CHXIII

Chương trước chúng ta mới khảo sát động lực học chất điểm. Nhưng trong thực tế chúng ta cũng gặp rất nhiều các bài toán động lực học đối với vật rắn (là tập hợp của vô số các chất điểm).

Mục tiêu

- + Trình bày được phương trình động lực học cơ bản của vật quay.
- + Giải được bài toán động lực học của vật quay.
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. HỆ CHẤT ĐIỂM, NỘI LỰC – NGOẠI LỰC

Mục tiêu

+ Trình bày được các định nghĩa về hệ chất điểm, nội lực và ngoại lực.

1.1. Định nghĩa hệ chất điểm:

Cơ hệ là tập hợp hữu hạn hoặc vô hạn các chất điểm, trong đó chuyển động của một chất điểm bất kỳ phụ thuộc vào chuyển động của các chất điểm còn lại, tức chuyển động của các chất điểm phụ thuộc vào nhau. Có cơ hệ tự do và cơ hệ không tự do.

Cơ hệ tự do và cơ hệ chịu liên kết : Cơ hệ tự do là tập hợp (hữu hạn hoặc vô hạn) các chất điểm mà tương tác cơ học giữa chúng được biểu hiện chỉ thuần túy qua lực tác dụng. Về mặt động học nó gồm các chất điểm tự do, là những chất điểm mà di chuyển (vô cùng bé) của chúng từ vị trí đang xét theo bất kỳ phương nào cũng không bị cản trở, ví dụ thái dương hệ là một cơ hệ tự do.

Cơ hệ không tự do còn được gọi là cơ hệ chịu liên kết, là cơ hệ mà ngoài tương tác lực, vị trí và vận tốc của các chất điểm thuộc cơ hệ bị ràng buộc bởi một số điều kiện hình học và động học cho trước, được gọi là những liên kết. Trong kỹ thuật các liên kết như vậy được thực hiện bằng sự nối kết giữa các phần tử của cơ hệ, thường là các vật. Cơ cấu máy hoặc một kết cấu của công trình xây dựng là những ví dụ về cơ hệ chịu liên kết. Vật rắn tuyệt đối cũng là một cơ hệ chịu liên kết. Nếu các điều kiện ràng buộc chỉ đối với vị trí các phần tử (chất điểm) của cơ hệ thì liên kết được gọi là liên kết hình học.

1.2. Định nghĩa nội lực - ngoại lực

Việc khảo sát điều kiện cân bằng điều kiện cân bằng của hệ lực có thể dựa vào hai đặc trưng hình học của nó là véc tơ chính và mômen chính của hệ lực. Dựa trên điều kiện triệt tiêu vectơ chính và mômen chính của hệ lực ta thiết lập được phương trình cân bằng của hệ lực (trong phần Tĩnh học ta đã thiết lập được các phương trình cân bằng đối với vật rắn).

Phương pháp thiết lập phương trình cân bằng cho hệ lực (12-3) dựa vào tính chất triệt tiêu của vectơ chính và mômen chính của nó được gọi là phương pháp tĩnh - động lực hình học.

Để áp dụng phương pháp này các lực tác dụng lên cơ hệ được phân tích thành những ngoại lực và những nội lực

Vì vectơ chính và mômen chính đối với một điểm bất kỳ của hệ nội lực luôn luôn triệt tiêu, tức là :

;

Nên phương trình cân bằng của hệ lực (12-3) có dạng sau:

2. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN.

Mục tiêu

- + Trình bày được phương trình động lực học cơ bản của vật quay.
- + Giải được bài toán động lực học của vật quay.

2.1. Khối tâm.

2.1.1. Khối tâm của cơ hệ

Xét một cơ hệ gồm n chất điểm M_k ($k = 1, 2, \dots, n$), có khối lượng m_k , véctơ định vị \vec{r}_k . Điểm hình học C được gọi là khối tâm cơ hệ nếu vị trí của nó được xác định theo công thức sau (Hình 13-1)

$$\vec{r}_C = \frac{\sum_{k=1}^N m_k \vec{r}_k}{\sum_{k=1}^N m_k} \quad x_C = \frac{\sum_{k=1}^N m_k x_k}{\sum_{k=1}^N m_k}; \quad y_C = \frac{\sum_{k=1}^N m_k y_k}{\sum_{k=1}^N m_k}; \quad z_C = \frac{\sum_{k=1}^N m_k z_k}{\sum_{k=1}^N m_k}$$

2.1.2. Khối tâm của vật rắn :

Xét một vật rắn và chia nó thành nhiều phần tử nhỏ M_k (số phần tử tiến đến vô hạn), có khối lượng m_k , véctơ định vị \vec{r}_k .

Điểm hình học C có vị trí được xác định theo công thức:

$$\vec{r}_C = \frac{\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N m_k \vec{r}_k}{\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N m_k} = \frac{1}{M} \int_V \vec{r} dm$$

Và điểm C được gọi là khối tâm của vật rắn (Hình 13-2)

Trong đó : $M = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N m_K$ là khối lượng vật rắn.

Từ đó ta nhận được các công thức xác định khối tâm của vật rắn :

$$x_C = \frac{\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N x_K m_K}{M} = \frac{1}{M} \int_V x dm$$

$$y_C = \frac{\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N y_K m_K}{M} = \frac{1}{M} \int_V y dm$$

$$z_C = \frac{\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N z_K m_K}{M} = \frac{1}{M} \int_V z dm$$

Trong trường hợp vật rắn nằm gần Trái Đất thì khối tâm trùng với trọng tâm (là điểm đặt của hợp lực của hệ trọng lực do Trái Đất tác dụng lên vật rắn).

Nếu vật là một khối đồng chất có thể tích V và có khối lượng riêng (khối lượng của một đơn vị thể tích) là ρ thì $M = \rho V$, $dm = \rho dV$. Do đó ta có :

$$\vec{r}_C = \frac{1}{V} \int_V \vec{r} dV$$

$$x_C = \frac{1}{V} \int_V x dV ; \quad y_C = \frac{1}{V} \int_V y dV ; \quad z_C = \frac{1}{V} \int_V z dV$$

Đặc biệt đối với một tấm phẳng đồng chất có tiết diện F thì :

$$x_C = \frac{1}{F} \int_F x dF = \frac{S_y}{F} ; \quad y_C = \frac{1}{F} \int_F y dF = \frac{S_x}{F}$$

Trong đó :

$$S_x = \int_F y dF ; S_y = \int_F x dF \quad (13-4)$$

được gọi là mômen tĩnh của tiết diện

F đối với trục x và y tương ứng (Hình 13-3).

Dựa vào định nghĩa có thể suy trực tiếp các định nghĩa sau:

Định lý 8-1: Nếu vật rắn đồng chất có

tâm (trục, mặt phẳng) đối xứng thì khối tâm (trọng tâm) của nó nằm tại tâm (trục, mặt phẳng) đối xứng.

Định lý 8-2: Nếu vật rắn gồm các phần mà khối tâm (trọng tâm) của chúng nằm trên một đường thẳng (mặt phẳng) thì khối tâm (trọng tâm) của vật cũng nằm trên đường thẳng (mặt phẳng) đó.

Áp dụng các định lý trên ta tìm ngay được :

- Khối tâm (trọng tâm) của một thanh thẳng đồng chất tại điểm giữa của thanh.
- Khối tâm (trọng tâm) của tam giác đồng chất là giao điểm của các trung tuyến (Hình 13-4).
- Khối tâm (trọng tâm) của cung tròn đồng chất AB có bán kính R và góc tại tâm $\alpha = 2\theta$ được tính theo công thức (Hình 13-5a).

$$x_c = \frac{R \sin \theta}{\theta}$$

Nếu cung AB là nửa đường tròn ($\theta = \frac{\pi}{2}$) (Hình 13-5b) thì khối tâm (trọng tâm) tính theo công thức :

Khối tâm (trọng tâm) của một quạt tròn đồng chất AOB tâm O, có bán kính R và góc tại tâm $\alpha = 2\theta$ được tính theo công thức (Hình 13-6a).

$$x_c = \frac{2R \sin}{3}$$

Nếu quạt tròn AOB là nửa mặt tròn ($= \frac{\pi}{2}$) (Hình 13-6b) thì khối tâm (trọng tâm) tính theo công thức

$$x_c = \frac{4R}{3}$$

Định lý 8-3 : Nếu tấm phẳng đồng chất được ghép từ m phần, mỗi phần có diện tích F_i , có mô men tĩnh đối với các trục x,y tương ứng là S_{xi}, S_{yi} thì khối tâm (trọng tâm) của nó được tính theo công thức :

$$X^c = \frac{\sum_{i=1}^m S_{yi}}{\sum_{i=1}^m F_i} ; \quad Y^c = \frac{\sum_{i=1}^m S_{xi}}{\sum_{i=1}^m F_i}$$

Ví dụ 1 : Tìm khối tâm (trọng tâm) của tấm đồng chất hình chữ L có kích thước cho trên (hình 13-7)

Bài giải : Chia tấm hình chữ L thành hai tấm hình chữ nhật có khối tâm (trọng tâm): C_1 và C_2 , ta có $x_1=1\text{cm}; y_1=5\text{cm}; x_2=3\text{cm}; y_2=1\text{cm};$

$$F_1 = 20 \text{ cm}^2 ; F_2 = 4 \text{ cm}^2$$

Theo công thức (6-13) ta dễ dàng tính được :

$$S_{x1} = F_1 y_1 = 20 \cdot 5 = 100 \text{ cm}^2$$

$$S_{y1} = F_1 x_1 = 20 \cdot 1 = 20 \text{ cm}^2$$

$$S_{x2} = F_2 y_2 = 4 \cdot 1 = 4 \text{ cm}^2$$

$$S_{y2} = F_2 x_2 = 4 \cdot 3 = 12 \text{ cm}^2$$

$$S_{y1} = F_1 x_1 = 20 \cdot 1 = 20 \text{ cm}^2$$

$$\text{Vậy : } x^c = \frac{S_{y1}}{F_1} = \frac{20}{20} = 1 \text{ cm};$$

$$y^c = \frac{S_{x1} + S_{x2}}{F_1 + F_2} = \frac{100 + 4}{20 + 4} = \frac{104}{24} = 4,3 \text{ cm};$$

Ví dụ 2 : Tìm khối tâm (trọng tâm) của tấm tròn đồng chất tâm O, bán kính R, bị khuyết mảnh tròn tâm A, bán kính r. Biết $OA = a, a + r < R$ (hình 13-8)

Bài làm :

Xem tấm bị khuyết là kết quả của việc ghép tấm tròn nguyên có khối tâm (trọng

tâm) tại O (O;O), diện tích $F_1 = R^2$ với mảnh tròn có khối tâm (trọng tâm) là

A (O,O), diện tích âm $F_2 = -R^2$.

Do tấm có trục O x đối xứng nên khối tâm (trọng tâm) nằm trên trục này ($Y^c = 0$), còn

$$X^c = \frac{S_{y1} S_{y2}}{F_1 F_2}$$
$$X^c = \frac{F_1 Y_1 F_2 Y_2}{F_1 F_2} = \frac{.R^2 .O .r^2 .a}{.R^2 .r^2}$$
$$X^c = -\frac{a.r^2}{R^2 r^2} \quad \text{Dấu (-) chứng tỏ C nằm bên trái tâm O.}$$

2.1.3. Mômen quán tính của vật rắn

- Mô men quán tính của vật rắn đối với trục z (hình 13-9)

Kí hiệu J_z , là đại lượng vô hướng được xác định theo công thức:

$$J_z = \lim_N \sum_{k=1}^N m_k r_k^2 = \int_V r^2 dm$$

Trong đó : r_k là khoảng cách của phần tử M^k đối với trục z.

- Mô men quán tính của vật rắn đối với các trục tọa độ: chúng được tính theo công thức:

$$J_z = \int_V (x^2 + y^2) dm$$

$$J_y = \int_V (z^2 + x^2) dm$$

$$J_x = \int_V (y^2 + z^2) dm$$

- Mô men quán tính ly tâm là các đại lượng sau :

$$J^{xy} = \lim_N \sum_{k=1}^N x_k y_k m_k = \int_V xy dm$$

$$J_{yz} = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N y_k z_k dm = \int_V yz dm$$

$$J_{xz} = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N z_k x_k m_k = \int_V zx dm$$

Trục quán tính chính :

- Trục x được gọi là trục quán tính chính nếu $J^{xy} = J^{xz} = 0$
- Trục y được gọi là trục quán tính chính nếu $J^{yx} = J^{yz} = 0$
- Trục z là trục quán tính chính khi $J^{zx} = J^{zy} = 0$

Mô men quán tính của vật rắn đối với 1 điểm

$$J_O = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^N m_k r_k^2 = \int_V r^2 dm$$

Bán kính quán tính : $q = \sqrt{\frac{J_z}{M}}$

Đại lượng $q = \sqrt{\frac{J_z}{M}}$ được gọi là bán kính quán tính của vật rắn đối với trục z. Đơn vị của mô men quán tính là kgm^2 , đơn vị của bán kính quán tính là m

Trong trường hợp đối với tiết diện phẳng F (hình 13-10) :

$$J_x = \int_F y^2 dF ; J_y = \int_F x^2 dF ; J_{xy} = \int_F xy dF$$

Mô men quán tính độ cực:

$$J_O = \int_F r^2 dF = J_x + J_y$$

- Mô men quán tính của vật rắn đối với trục bằng tổng mô men quán tính của nó đối với trục song song với trục qua khối tâm C của vật và tích của khối lượng vật với bình phương khoảng cách giữa hai trục (hình 13-11):

$$J = J_C + Md^2$$

Hệ trục quán tính chính:

- Nếu vật rắn đồng chất có một mặt phẳng đối xứng thì trục thẳng góc với

mặt phẳng đối xứng là trục quán tính chính tại giao điểm của mặt phẳng đối xứng

và trục (*hình 13-12*).

- Nếu vật rắn đồng chất có một trục đối xứng thì trục đó là trục quán tính chính trung tâm (*hình 13-13*).

Mô men quán tính của một số vật đồng chất:

- Thanh đồng chất có chiều dài L, khối lượng m (*hình 13-14*):

$$J_C = \frac{mL^2}{12} ; J_x = J_z = \frac{mL^2}{3} ; J_y = 0$$

- Vành tròn đồng chất có bán kính R, khối lượng m (*hình 13-15*):

$$J_x = mR^2 ; J_y = J_z = \frac{mR^2}{2} \quad (13-5)$$

- Mặt tròn đồng chất. Bán kính R, khối lượng m (*hình 13-16*):

$$J_x = \frac{mR^2}{2} ; J_y = J_z = \frac{mR^2}{4} \quad (13-6)$$

- Tấm chữ nhật đồng chất, có các cạnh 2a, 2b, khối lượng m (*hình 13-17*):

$$J_x = \frac{mb^2}{12} ; J_y = \frac{ma^2}{12} \quad (13-7)$$

- Trụ tròn xoay đồng chất, có khối lượng m, bán kính R, chiều cao h
+ Trụ rỗng (hình 13-18):

$$J_z = mR^2 ; J_x = J_y = \frac{m}{2} \left(R^2 + \frac{h^2}{6} \right)$$

+ Trụ đặc (hình 13-19):

$$J_z = \frac{mR^2}{2} ; J_x = J_y = \frac{m}{4} \left(R^2 + \frac{h^2}{3} \right)$$

Các kết quả trên có thể áp dụng trực tiếp cho trường hợp của tiết diện phẳng có tiết diện F, ví dụ tương ứng với công thức (13-5), (13-6), (13-7) ta có:

- Vành tròn đồng chất :

$$J_x = FR^2 = R^4 ; J_y = J_z = \frac{FR^2}{2} = \frac{R^4}{2}$$

- Mặt tròn đồng chất :

$$J_x = \frac{R^4}{2} ; J_y = J_z = \frac{R^4}{4}$$

- Tấm chữ nhật đồng chất :

$$J_x = \frac{ab^3}{12} ; J_y = \frac{ba^3}{12}$$

2.2. Vật chuyển động tịnh tiến.

Với vật rắn có chuyển động bất kỳ, vectơ chính của hệ lực quán tính của nó luôn luôn bằng

Trong đó : M là khối lượng của vật

là gia tốc của khối tâm của vật rắn

Mômen chính của hệ lực quán tính của vật rắn chuyển động phụ thuộc vào dạng chuyển động cụ thể của vật rắn.

Vật rắn chuyển động tịnh tiến: Mômen chính của hệ lực quán tính đối với khối tâm vật rắn được tính như sau:

Trong đó : là véc tơ định vị của chất điểm M_k đối với khối tâm C, tức là:

;

Chú ý :

;

Vậy :

Do đó thu gọn hệ lực quán tính của vật chuyển động tịnh tiến về khối tâm C ta được một lực đặt tại khối tâm C.

2.3. Vật quay quanh trục cố định.

2.3.1. Thu gọn hệ lực quán tính của vật rắn

Vật quay quanh một trục cố định với vận tốc góc ω và gia tốc góc là α (Hình 13-2)

Chọn hệ trục tọa độ Oxyz gắn liền vào vật quay, trong đó Oz trùng với trục quay của vật. Lấy phần tử M_k có khối lượng m_k và véc tơ định vị \vec{r}_k . Gia tốc của điểm M_k bằng:

;

Lực quán tính của chất điểm M_k sẽ là :

Vậy mômen chính của hệ lực quán tính của vật rắn đối với gốc tọa độ O sẽ bằng :

Trong hệ trục tọa độ đã chọn, các véc tơ được xác định theo các véc tơ đơn vị trên các trục tọa độ như sau:

;;

Sau khi thực hiện các phép tính chú ý :

Ta được :

$$(13-8)$$

Trong đó :

;;

Véc tơ chính của hệ lực quán tính, như trên đã nêu, bằng

Sau khi thay :

Ta có: (13-9)

Như vậy thu gọn hệ lực quán tính của vật quay quanh một trục cố định về một điểm nằm trên trục quay của vật ta được một lực tính theo công thức (13-8) và một ngẫu lực tính theo công thức(13-9)

2.3.2. Phương trình xác định phản lực trục quay

Khảo sát vật rắn chuyển động quay quanh một trục cố định dưới tác dụng của các lực hoạt động có vận tốc góc và gia tốc góc .

Các ngoại lực tác dụng lên vật rắn bao gồm các lực hoạt động và các phản lực tại ổ trục và

Chọn hệ trục tọa độ Axyz gắn liền vào vật, có trục Az trùng với trục quay. (Hình 13-2)

Hệ lực quán tính của vật rắn thu gọn về tâm A được và ngẫu lực được tính theo công thức

(13-8) và (13-9)

Dựa trên phương pháp Tĩnh- Động lực hình học, ta viết các phương trình tĩnh học cho hệ lực ta nhận được:

Vì hệ trục tọa độ gắn liền vào vật quay nên các đại lượng $x_C, y_C, z_C, J_{zx}, J_z$

là không đổi

Như vậy ta nhận được sáu phương trình, trong đó phương trình cuối cùng không chứa các phản lực ổ trục, cho phép xác định chuyển động của vật quay, được gọi là phương trình vi phân vật quay quanh một trục cố định .

Năm phương trình còn lại cho phép ta xác định các phản lực ở ổ trục tại A và B.

Chú ý rằng các phản lực ở ổ trục phụ thuộc vào các lực hoạt động và các yếu tố động học của vật rắn, tức vận tốc góc ω và gia tốc góc ε .

Thành phần của phản lực ổ trục chỉ phụ thuộc vào các yếu tố động học của vật quay (ω, ε) gọi là phản lực động lực của ổ trục.

Phản lực ở ổ trục được biểu diễn dưới dạng :

;

Trong đó : - , là các thành phần không phụ thuộc vào chuyển động, tức không chứa và , được gọi là phản lực tĩnh

- , là các thành phần phụ thuộc vào chuyển động, tức có chứa

và , được gọi là phản lực động lực

Các thành phần phản lực động được xác định nhờ hệ phương trình sau:

Các phương trình này được gọi là các phương trình xác định phản lực động lực.

Việc xuất hiện các phản lực động lực làm giảm độ bền, độ chính xác, năng suất và gây hư hỏng máy . Chính vì vậy cần phải triệt tiêu hoặc làm giảm các phản lực động lực . Điều kiện cần và đủ để triệt tiêu các phản lực động lực là trục quay phải thỏa mãn các điều kiện sau:

$$x_c = y_c = 0$$

$$J_{xy} = J_{zx} = 0$$

Tức là trục quay phải qua trọng tâm của vật rắn và là trục quán tính chính . Nói cách khác để triệt tiêu hoàn toàn phản lực động lực, trục quay phải là trục quán tính chính trung tâm.

Trong trường hợp trục quay không phải là trục quán tính chính trung tâm thì bằng cách thêm hoặc bớt khối lượng của vật qua, nó có thể trở thành trục quán tính chính trung tâm.

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1) Định nghĩa hệ chất điểm, nội lực-ngoại lực ?
- 2) Các đặc trưng hình học khối tâm cơ hệ và vật rắn : khối tâm , mômen quán tính của vật rắn đối với một trục ? Công thức xác định chúng ?
- 3) Tìm trọng tâm của một vật rắn đồng chất khi có một tâm, một trục hoặc một mặt phẳng đối xứng?
- 4) Công thức tính mômen quán tính của vật rắn đối một trục khi biết mômen quán tính của vật đối với một trục song song với trục đã cho và đi qua khối tâm ?
- 5) Công thức thu gọn hệ lực quán tính của vật chuyển động tịnh tiến về khối tâm C?
- 6) Viết công thức thu gọn hệ lực quán tính của vật rắn quay quanh một trục cố định và phương trình xác định phản lực của trục quay?

BÀI TẬP

Bài 1: Trục máy là một trụ tròn đồng chất khối lượng m , quay đều với vận tốc góc ω_0 . Trụ quay của trục máy song song và cách trục đối xứng một đoạn e . Xác định phản lực tại ổ trục A và B ? (Hình 13-23)

Bài 2: Trục máy là một trụ tròn đồng chất khối lượng m , bán kính R quay đều với vận tốc góc ω_0 quanh trục đi qua khối tâm C và lệch với trục đối xứng một góc α . Xác định phản lực tại ổ trục A và B ? (Hình 13-24)

CHƯƠNG XIV: CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

Mã chương: CHXIV

Trong nội dung chương này chúng ta phải tính toán xác định công và công suất của lực tác dụng lên cơ hệ.

Ví dụ: Khi có lực tác dụng làm cho chất điểm di chuyển được một đoạn, nó liên hệ với một đại lượng được gọi là công của lực.

Mục tiêu:

+ Trình bày được phương pháp tính công và công suất trong chuyển động

thẳng và quay của vật dưới tác dụng của lực không đổi.

+ Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. CÔNG CỦA LỰC :

1.1. Định nghĩa

Công của lực là đại lượng đánh giá tác dụng của lực theo di chuyển của điểm đặt lực.

1.2. Công của lực trên đoạn đường thẳng.

Công của lực không đổi và điểm đặt lực di chuyển dọc theo đường thẳng

trùng với phương của lực tác dụng, ký hiệu A được tính theo công thức:
 $A = F \cdot s$

Lấy dấu (+) khi điểm đặt của lực di chuyển cùng chiều lực, lấy dấu (-) trong trường hợp ngược lại (hình 14-1a,b)

1.3. Công của hợp lực của hệ lực

Trường hợp phương của lực hợp với phương di chuyển một góc (Hình 8-22a,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 phương di chuyển và \vec{F}_2 dọc phương di chuyển. Lực \vec{F}_1 không gây chuyển động theo phương của nó, nên công ứng với nó bằng không, còn thành phần \vec{F}_2 hướng dọc phương di chuyển. Vậy công của lực \vec{F} bằng công của lực \vec{F}_2 :

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

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

Đơn vị công bằng đơn vị lực nhân đơn vị độ dài.

Đơn vị công thường được dùng là Niuton.mét (Nm) và các bội số của nó. Đơn vị Nm còn được gọi là Jun (j)

1.4. Công của trọng lực.

Giả sử chất điểm M chịu tác dụng của trọng lực , di chuyển theo một đường cong C nào đó (Hình 14-3). Để tính công trọng lực ta dùng công thức:

Khi chọn trục Oz hướng thẳng đứng lên thì :

$$P_x = P_y = 0; P_z = -P$$

Vậy :

Trong đó : h là độ cao di chuyển

Công của trọng lực sẽ dương khi điểm đặt của lực hạ xuống và âm khi điểm đặt của lực nâng lên và bằng không khi điểm đặt của lực di chuyển trong mặt phẳng nằm ngang.

Công của trọng lực không phụ thuộc vào dạng quỹ đạo của điểm đặt lực mà chỉ phụ thuộc vào vị trí đầu và vị trí cuối của điểm đặt. Khi điểm đặt di chuyển được một đường khép kín thì công của lực bằng không.

Công của hệ các trọng lực. Khi cơ hệ di chuyển từ vị trí I đến vị trí II các chất điểm của nó di chuyển tương ứng từ vị trí đến , còn khối tâm của cơ hệ di chuyển từ C_I đến C_{II} .

Công của các trọng lực trong di chuyển đó sẽ bằng:

1.5. Công của chuyển động quay.

Trường hợp khi lực có phương , chiều và giá trị thay đổi (Hình 14-4):

Trong trường hợp này ta tính công của lực ứng với di chuyển bé (di chuyển vô cùng bé). Khi đó ta có thể xem đoạn đường di chuyển là thẳng và lực có phương, chiều và giá trị không đổi (bỏ qua sự thay đổi bé của chúng) và nhờ vậy sử dụng công thức (6-30). Công của lực trong di chuyển vô cùng bé của điểm đặt lực được gọi là công nguyên tố, ký hiệu dA được tính theo công thức:

$$dA = \vec{F}_t ds$$

Trong đó: \vec{F}_t là hình chiếu của lực \vec{F} Trên phương tiếp tuyến của quỹ đạo điểm đặt lực, còn ds là đoạn di chuyển. Dễ dàng nhận được :

$$\vec{F}_t = |\vec{F}| \cos \alpha \quad ; \quad |ds| = |dr|$$

Trong đó: α là góc giữa lực \vec{F} và phương dương của tiếp tuyến (phương dương của tiếp tuyến được chọn phù hợp với phương dương của quỹ đạo của điểm đặt lực) $d\vec{r}$ là vectơ di chuyển vô cùng bé, do đó:

$$dA = |\vec{F}| |dr| \cos(\alpha) = F dr = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

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 tính đó ta có :

$$A = \int_{M_1}^{M_2} F dr = \int_{M_1}^{M_2} F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

2. CÔNG SUẤT

2.1. Định nghĩa

Công suất của lực là công của lực ứng với một đơn vị thời gian ,

Ký hiệu : W

2.2. Tính công suất của chuyển động thẳng và chuyển động quay.

a. Công suất của chuyển động thẳng

Trong trường hợp lực có phương, chiều và giá trị không đổi, điểm đặt lực di chuyển theo đường thẳng thì :

$$W = \frac{A}{t_2 - t_1}$$

A là công của lực sinh ra trong khoảng thời gian $(t_2 - t_1)$ ứng với điểm đặt lực di chuyển từ M_1 đến M_2 , nó được tính theo công thức (6-29) , hoặc công thức (6-30).

Đơn vị công suất là jun/giây, ký hiệu J/s, còn được gọi là oát, ký hiệu W.

b. Công suất của chuyển động quay

Trong trường hợp lực thay đổi theo thời gian về phương, chiều và giá trị , còn điểm đặt lực di chuyển theo đường cong thì

$$W = \frac{dA}{dt} = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k \cdot \frac{d\vec{r}_k}{dt} = \sum_{k=1}^N (F_{kx} \dot{x}_k + F_{ky} \dot{y}_k + F_{kz} \dot{z}_k)$$

Công suất của hệ lực (F_1, F_2, \dots, F_n) được tính theo công thức:

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

Công A của lực có thể tính theo công thức:

$$A = \int W dt$$

Ở đây cần lấy tích phân được lấy ứng với vị trí của cơ hệ của vị trí đầu và vị trí cuối của cơ hệ trong di chuyển.

3. HIỆU SUẤT

3.1. Định nghĩa.

Trong giai đoạn làm việc bình ổn của máy, ngoài lực phát động do động cơ phát ra còn có lực cản có ích tiêu hao vào việc thực hiện các yêu cầu của quá trình công tác và lực cản vô ích không tránh khỏi như lực ma sát trong các vị trí tiếp xúc của các chi tiết máy hay các cơ cấu của máy.

Nếu gọi công của các lực tác dụng trong một chu kỳ làm việc của máy lần lượt là Công động A_d , công cản có ích và công cản vô ích

Theo định lý biến thiên động năng, ta có :

Trong đó T_1, T_2 : Là giá trị động năng của máy ứng với thời điểm đầu và thời điểm cuối của một chu kỳ làm việc của máy

* Trong thực tế sau mỗi chu kỳ làm việc của máy, máy lại trở lại vị trí xuất phát nên khi đó $T_1 = T_2$. Do đó, ta có

Vậy toàn bộ công động do động cơ cung cấp trong một chu kỳ tiêu hao một phần vào việc thực hiện các yêu cầu của quá trình công tác và một phần để thắng công cản vô ích. Phần để thắng công cản vô ích là phần không mong muốn, do đó phần công cản vô ích càng bé càng tốt

Vì thế người ta đưa ra một chỉ số đánh giá chất lượng của máy:

là hiệu suất của máy. Hiệu suất càng lớn máy được đánh giá càng có chất lượng tốt

3.2. Hiệu suất trong bộ ghép nối tiếp.

Khảo sát dãy các bộ ghép nối tiếp. Công suất phát ra các phần tử đứng trước là công nhận vào của các phần tử đứng tiếp theo sau

Ví dụ:

$A_d \quad A_1 \quad A_2 \quad \dots \quad A_{i-1} \quad A_i \quad \dots \quad A_{n-1}$

Hình 14-5

Gọi η_i là hiệu suất của phần tử thứ i và η là hiệu suất của toàn dây :

Trong đó : A_d là công đưa vào của phần tử đầu , A_c là công phát ra của phần tử cuối

Dựa vào định nghĩa nêu trên ta có thể viết được :

Kết luận : Như vậy hiệu suất của một dây các phần tử nối tiếp bằng tích các hiệu suất của các phần tử trong dây

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Công của lực không đổi: Khái niệm, công của lực trên đoạn đường thẳng, công của hợp lực của hệ lực, công của trọng lực, công của chuyển động quay?
2. Khái niệm và công thức tính công suất, tính công suất của chuyển động thẳng và chuyển động quay ?
3. Định nghĩa hiệu suất, hiệu suất trong bộ ghép nối tiếp ?

CHƯƠNG XV

NHỮNG ĐỊNH LÝ CƠ BẢN CỦA ĐỘNG LỰC HỌC.

Mã chương: CHXV

Các định lý cơ bản của động lực học thiết lập mối quan hệ giữa các đại lượng đặc trưng cho chuyển động và các đại lượng đặc trưng cho tác dụng của lực

Các định lý này được xây dựng từ phương trình cơ bản của động lực học khi khảo sát chuyển động của chất điểm và cơ hệ tự do trong hệ quy chiếu quán tính (đối với cơ hệ không tự do thì cần sử dụng tiên đề giải phóng liên kết để có chất điểm và cơ hệ tự do tương ứng)

Mục tiêu:

- + Trình bày được khái niệm động lượng, động năng, xung lượng của lực.
- + Vận dụng được các định lý biến thiên động lượng, động năng để giải các bài toán cụ thể
- + Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. ĐỊNH LÝ BIẾN THIÊN ĐỘNG LƯỢNG CỦA CHẤT ĐIỂM.

Mục tiêu:

+ Trình bày được khái niệm động lượng của chất điểm, xung lượng của lực.

+ Vận dụng được các định lý biến thiên động lượng của chất điểm để giải các bài toán cụ thể

1.1. Động lượng của chất điểm.

Động lượng của một chất điểm có khối lượng m chuyển động với vận tốc là đại lượng véc tơ kí hiệu là

Trong hệ trục tọa độ để các Oxyz, ta có :

1.2. Xung lượng của lực (Xung lực)

Xung lượng của lực được gọi tắt là xung lực, là đại lượng đặc trưng cho tác dụng của lực theo thời gian, nó là đại lượng véc tơ và được ký hiệu \vec{S} .

a. Đối với lực

Xung lực ứng với khoảng thời gian vô cùng bé dt được gọi là xung lực nguyên tố của lực là $d\vec{S}$:

$$d\vec{S} = \vec{F} dt$$

Xung lực trong khoảng thời gian hữu hạn từ t_1 đến t_2 sẽ là :

$$\vec{S} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$$

Trong hệ trục tọa độ để các Oxyz, ta có :

Nếu thì

b. Đối với hệ lực $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$, ta có :

$$d\vec{S} = \vec{F}_K dt$$
$$\vec{S} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_K dt = \int_{t_1}^{t_2} (\vec{F}_K) dt$$

$$S_x = \int_{t_1}^{t_2} F_{kx} dt = \int_{t_1}^{t_2} (F_{kx}) dt$$

$$S_y = \int_{t_1}^{t_2} F_{ky} dt = \int_{t_1}^{t_2} F_{ky} dt$$

$$S_z = \int_{t_1}^{t_2} F_{kz} dt = \int_{t_1}^{t_2} F_{kz} dt$$

Đơn vị của xung lực là Niuton.giây, ký hiệu Ns .

2. ĐỊNH LÝ BIẾN THIÊN ĐỘNG LƯỢNG CỦA HỆ CHẤT ĐIỂM.

Mục tiêu:

- + Trình bày được khái niệm động lượng của hệ chất điểm
- + Vận dụng được các định lý biến thiên động lượng để giải các bài toán cụ thể

2.1. Động lượng của hệ chất điểm.

Động lượng của hệ chất điểm bằng tổng động lượng của các chất điểm thuộc cơ hệ.

Động lượng của cơ hệ gồm n chất điểm M_k (có khối lượng m_k và chuyển động với vận tốc là v_k).

Động lượng của cơ hệ bằng động lượng của khối tâm với giả thiết khối tâm có khối lượng bằng tổng khối lượng của cơ hệ

Trong đó : là khối lượng của cơ hệ

- vận tốc khối tâm cơ hệ

Trong hệ trục tọa độ đề các $Oxyz$, ta có :

Đơn vị của động lượng là kgm/s

2.2. Định lý động lượng

Định lý 1 : Đạo hàm theo thời gian động lượng của chất điểm bằng lực tác dụng lên chất điểm đó.

Định lý 2 : Đạo hàm theo thời gian động lượng của cơ hệ bằng véc tơ chính của hệ ngoại lực tác dụng lên cơ hệ đó.

Định lý 3 : Biến thiên động lượng của chất điểm trong một khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó

Định lý 4 : Biến thiên động lượng của cơ hệ trong một khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của lực tác dụng lên cơ hệ trong khoảng thời gian đó

* *Chú ý :*

- Nội lực không có mặt trong các định lý động lượng của cơ hệ .Từ đó suy ra rằng nội lực không làm biến đổi động lượng của cơ hệ.

- Nếu tức là véc tơ chính của hệ ngoại lực triệt tiêu, thì động lượng của cơ hệ được bảo toàn tức :

- Nếu , tức là tổng hình chiếu của các ngoại lực trên trục cố định Ox triệt tiêu, thì hình chiếu động lượng của cơ hệ trên trục Ox được bảo toàn, tức là

3. ĐỊNH LÝ BIẾN THIÊN ĐỘNG NĂNG CỦA HỆ CHẤT ĐIỂM.

Mục tiêu:

- + Trình bày được khái niệm động năng
- + Vận dụng được các định lý biến thiên động năng để giải các bài toán cụ thể

3.1. Động năng của hệ chất điểm.

Động năng của chất điểm có khối lượng m , chuyển động với vận tốc v là đại lượng vô hướng, được ký hiệu là T

Động năng của cơ hệ là tổng động năng của các chất điểm thuộc cơ hệ

3.2. Định lý

Định lý 1 : Đạo hàm theo thời gian động năng của chất điểm bằng công suất của lực tác dụng lên chất điểm

Định lý 2 : Đạo hàm theo thời gian động năng của cơ hệ bằng tổng công suất của nội lực và ngoại lực tác dụng lên cơ hệ

Định lý 3 : Biến thiên động năng của chất điểm trong một chuyển dời nào đó bằng công của lực tác dụng lên chất điểm sinh ra trong chuyển dời đó.

Định lý 4 : Biến thiên động năng của hệ chất điểm trong một khoảng thời gian nào đó bằng tổng công của các ngoại lực và nội lực sinh ra trong chuyển dời ứng với khoảng thời gian đó .

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Động lượng của chất điểm, xung lượng của lực, định lý biến thiên động lượng của chất điểm?
2. Động lượng của hệ chất điểm, định lý, định lý biến thiên động lượng của hệ chất điểm?
3. Động năng của hệ chất điểm, định lý, định lý biến thiên động năng của hệ chất điểm?

TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

CHƯƠNG I:

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ CÁC TIÊN ĐỀ TÍNH HỌC.

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được các định nghĩa và ký hiệu về lực, hệ lực, hợp lực, hệ lực cân bằng, hai lực trực.
2. Phát biểu được 6 tiên đề tĩnh học:
 - Tiên đề 1: *Cặp lực cân bằng*
 - Tiên đề 2: *Thêm hoặc bớt cặp lực cân bằng*
 - Tiên đề 3: *Tiên đề hình bình hành lực*
 - Tiên đề 4: *Tiên đề lực tác dụng và phản lực tác dụng*
 - Tiên đề 5: *Hóa rắn*
 - Tiên đề 6: *Thay thế liên kết:*
3. Trình bày được khái niệm
 - Liên kết
 - Phản lực liên kết
4. Xác định được các mối liên kết thường gặp và phản lực liên kết của các mối liên kết :
 - Liên kết tựa :
 - Liên kết dây mềm
 - Liên kết thanh
 - Liên kết gối đỡ bản lề
 - Liên kết ngàm phẳng
 - Liên kết gối cầu

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1 : Phản lực liên kết : N_A, N_B (Hình1-23a)

Bài 2: Phản lực liên kết : T_{AC}, T_{BC} (Hình1-24a)

Bài 3 : Phản lực liên kết : Y_A, X_A, m_A (Hình1-25a)

Bài 4 : Phản lực liên kết : N, T (Hình1-26a)

Hình1-25a

Hình1-26a

CHƯƠNG II: HỆ LỰC PHẪNG ĐỒNG QUY.

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được:
 - Định nghĩa hệ lực phẳng đồng quy
 - Quy đa giác lực
 - Viết được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy.
2. Viết được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy bằng phương pháp giải tích
3. Trình bày được định lý ba lực phẳng không song song

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1 : Phản lực của thanh AB ,BC là S_{AB} và S_{BC} (Hình 2-10a)

$$S_{AB} = 1385,6 \text{ N}$$

$$S_{BC} = 1600 \text{ N}$$

Bài 2 : Phản lực ở A và dây BO là N_A và T (Hình 2-11a)

CHƯƠNG III:
HỆ LỰC PHẪNG SONG SONG - NGẪU LỰC - MÔMEN
CỦA MỘT LỰC ĐỐI VỚI MỘT ĐIỂM.

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. - Trình bày được định nghĩa hệ lực phẳng song song
 - Viết được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song
2. - Trình bày được định nghĩa ngẫu lực
 - Cách biểu diễn một ngẫu lực
 - Viết được điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng
3. - Trình bày được định nghĩa mômen của lực đối với một điểm
 - Xác định được các yếu tố đặc trưng của mômen lực
4. - Trình bày được định lý Varinhông và viết dạng tổng quát của định lý

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1: *Hình 3-15a*

$$R = 20\text{kN}$$

$$BC = 0,8\text{m}$$

Hình 3-15a

Bài 2: *Hình 3-16a*

$$+ = -3771,3 \text{ N.m}$$

$$+ = -1185,6 \text{ N.m}$$

Hình 3-16a

Bài 3: *Hình 3-17a*

$$+ = 4957 \text{ Nm}$$

$$+ = 778,5 \text{ Nm m}$$

Hình 3-17a

CHƯƠNG IV: HỆ LỰC PHẪNG BẤT KỲ.

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được định nghĩa hệ lực phẳng bất kỳ
2. - Phát biểu được định lý dời lực song song
- Viết được dạng tổng quát của định lý dời lực song song
3. Viết được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1 : (hình 4-6a)

$$X_A = -50 \text{ kN}; \quad Y_A = -55 \text{ kN}; \quad Y_E = 185 \text{ kN}$$

Bài 2: (hình 4-7a)

$$N_A = 800 \text{ kN}; \quad N_B = T = 173,2 \text{ kN}$$

Bài 3: (hình 4-8a).

$$X_A = -150 \text{ kN}; \quad Y_A = 600 + 150 \text{ kN} = 859,8 \text{ kN}$$

$$m_A = 1839 \text{ kN.m}$$

Bài 4: (hình 4-9a).

$$X_A = 500\text{N}; \quad Y_A = 900\text{N}$$
$$T = 1000\text{ N}$$

CHƯƠNG V: MA SÁT

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được:

- Định nghĩa ma sát trượt
- Các định luật ma sát trượt
- Viết điều kiện cân bằng của vật chịu ma sát trượt

2. Trình bày được:

- Định nghĩa ma sát lăn
- Các định luật ma sát lăn
- Viết điều kiện cân bằng của vật chịu ma sát lăn

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1: (Hình 5-4a)

Gọi D là vị trí người đó leo đến thì thang bắt đầu trượt

$$AD = 2,13\text{ m}$$

Bài 2: (Hình 5-5a)

$$Q = 192,15\text{N}$$

Bài 3: (Hình 5-6a) $\alpha = 16,699^\circ$

Bài 4: (Hình 5-7a). $\alpha \approx 60^\circ$

Bài 5: (Hình 5-8a)

$$M_I = 3785,3 \text{ N.cm}$$

$$Q = 772,8 \text{ N}$$

CHƯƠNG VI: HỆ LỰC KHÔNG GIAN.

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được:

- Định nghĩa hệ lực không gian đồng quy

- Cách xác định hình chiếu một lực lên ba trục tọa độ

2. Viết được điều kiện cân bằng của hệ lực không gian đồng quy

3. Trình bày được định nghĩa hệ lực không gian bất kỳ

4. - Trình bày được mômen của một lực đối với một trục

- Viết được điều kiện cân bằng của hệ lực không gian bất kỳ

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1: (Hình 6 -7a)

$$T = 1959,6 \text{ N}; \quad X_A = 792,8 \text{ N}$$

$$Y_A = 857,7 \text{ N}; \quad Z_A = 1092,8 \text{ N}$$

$$X_B = -100 \text{ N}; \quad Y_B = -457,7 \text{ N}$$

CHƯƠNG VII: TRỌNG TÂM

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Viết được biểu thức xác định trọng tâm của vật rắn
2. Viết được biểu thức xác định trọng tâm của các vật rắn đồng chất
3. Viết được biểu thức tính trọng tâm của các hình phẳng đơn giản và trọng tâm hình phẳng ghép bởi nhiều hình đơn giản
4. Nêu được các trạng thái cân bằng và điều kiện cân bằng ổn định của vật quay quanh một trục cố định
5. Viết được điều kiện cân bằng ổn định của vật tựa lên mặt phẳng nằm ngang

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1 : (Hình 7-9a)

Để cân cầu không bị lật thì

$$P = 6,66 \text{KN}$$

CHƯƠNG VIII: ĐỘNG HỌC ĐIỂM

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Viết được phương trình chuyển động, biểu thức tính vận tốc gia tốc của chất điểm dạng vectơ và dạng tọa độ để các
2. Viết được phương trình chuyển động, biểu thức tính vận tốc, gia tốc của các chuyển động thường gặp trong chuyển động của chất điểm

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1:

- Tại thời điểm ban đầu tức là có $t = 0$ (s)
- Theo phương pháp tọa độ để các ta có
 - + Vận tốc của chất điểm tại thời điểm ban đầu
 $v = 7,211 \text{m/s}$
 - + Gia tốc của chất điểm tại thời điểm ban đầu

$$a = 7,211 \text{ m/s}^2$$

Bài 2:

+ Vận tốc của điểm :

+ Gia tốc của điểm: $a = g = \text{const}$

Bài 3:

+ Phương trình chuyển động

;

+ Khoảng thời gian T tàu đi từ A đến B.

+ Vận tốc của tàu lúc $t = 2T$: $v = 2v_2 - v_1$

+ Vận tốc của tàu lúc $t = 2T$ $a = a_1 =$

Bài 4:

+ Gia tốc chuyển động của điểm ở thời điểm khảo sát : $a = 150,04 \text{ m/s}^2$

+ Tính chất chuyển động của điểm ở thời điểm khảo sát: Điểm chuyển động nhanh dần

CHƯƠNG IX: CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA VẬT RẮN

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Nêu được định nghĩa chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định
2. Viết được các biểu thức tính vận tốc góc, gia tốc góc của vật rắn có chuyển động quay quanh một trục cố định.
3. Viết được các biểu thức tính vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật rắn có chuyển động quay quanh một trục cố định

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1 : (Hình 9-7a)

- Vận tốc của điểm B : $v_B = 4 \text{ m/s}$

- Gia tốc của điểm B: $a = 8,54\pi \text{ m/s}^2$

Bài 2 : Hình 9-8a

Gia tốc pháp của điểm M

$$a_M = 5 \text{ m/s}^2$$

Bài 3 : Hình 9-9a

Gia tốc của điểm M cách trục quay một khoảng $R = 4\text{m}$ lúc $t = 2\text{s}$

$$a_M = 16,5 \text{ m/s}^2$$

CHƯƠNG X: CHUYỂN ĐỘNG SONG PHẪNG

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. - Trình bày được định nghĩa chuyển động song phẳng của vật rắn
- Phân tích các chuyển động của hình phẳng và nêu các thông số động học của chuyển động
2. Phát biểu được định lý quan hệ vận tốc giữa hai điểm và định lý quan hệ gia tốc giữa hai điểm thuộc hình phẳng có chuyển động song phẳng
3. Trình bày được:
 - Định nghĩa, định lý tâm vận tốc tức thời
 - Các quy tắc tìm tâm vận tốc tức thời

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1: Hình 10-13a

a. Vận tốc góc của bánh 2

$$\omega_2 = 0,5 \text{ rad/s}$$

ω_2 quay ngược chiều kim đồng hồ

b.+ Gia tốc góc bánh 2

$$\varepsilon_2 = 10 \text{ rad/s}^2$$

+ Gia tốc điểm B

$$a_B = 3,58 \text{ m/s}^2$$

Bài 2: Hình 10-14a

$$\omega = 2 \text{ rad/s}, \quad \varepsilon = 6 \text{ rad/s}^2,$$

$$v_C = v_E = \text{ m/s}$$

$$v_D = 2 \text{ m/s}, \quad a_B = 2 \text{ m/s}^2,$$

$$a_C = 3,16 \text{ m/s}^2$$

CHƯƠNG XI: CHUYỂN ĐỘNG TỔNG HỢP CỦA ĐIỂM

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. - Trình bày được các định nghĩa:
 - Vận tốc tuyệt đối của điểm
 - Vận tốc tương đối
 - Vận tốc theo
2. - Phát biểu định lý hợp vận tốc của điểm
- Viết dạng tổng quát của định lý định lý hợp vận tốc

TRẢ LỜI BÀI TẬP:

Bài 1: (Hình 11-4a).

Vận tốc của cần k : $v_e =$

Bài 2: Hình 11-5a

Vận tốc tuyệt đối của điểm M lúc $t=2s$

$$V_M = 74,6 \text{ cm/s}$$

CHƯƠNG XII: CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được các định nghĩa :
 - Chất điểm, chất điểm tự do và chất điểm không tự do
 - Cơ hệ, cơ hệ tự do và cơ hệ không tự do
2. Trình bày được định nghĩa về lực trong động lực học
3. Viết được phương trình vi phân chuyển động của chất điểm
- 4.- Trình bày được các định luật cơ bản về động lực học
 - Phân biệt được hai bài toán cơ bản của động lực học
5. Trình bày được lực quán tính và nguyên lý Đalămbe

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1: $P_1 = 2374\text{N}$; $P_2 = 686,7\text{N}$

Bài 2: $F = 59840\text{N}$

Bài 3: Chiều sâu của giếng là: 175m

Bài 4: $v_{\max} = 144\text{m/s}^2$

CHƯƠNG XIII: CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC HỆ CHẤT ĐIỂM

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được các định nghĩa : Hệ chất điểm, nội lực, ngoại lực
2. Trình bày được các đặc trưng hình học khối tâm cơ hệ và vật rắn : khối tâm, mômen quán tính của vật rắn đối với một trục, viết được công thức xác định chúng
3. Tìm trọng tâm của một vật rắn đồng chất khi chúng có một tâm, một trục hoặc một mặt phẳng đối xứng
4. Viết được công thức tính mômen quán tính của vật rắn đối một trục khi biết mômen quán tính của vật đối với một trục song song với trục đã cho và đi qua khối tâm
5. Viết được công thức thu gọn hệ lực quán tính của vật chuyển động tịnh tiến về khối tâm C
6. Viết được công thức thu gọn hệ lực quán tính của vật rắn quay quanh một trục cố định và phương trình xác định phản lực của trục quay

TRẢ LỜI BÀI TẬP

Bài 1: Hình 13-23a

$$X_A = X_B = 0, Z_A = P$$

$$Y_A = , Y_B =$$

Bài 2: Hình 13-24a

;;

CHƯƠNG XIV: CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được các nội dung về công của lực không đổi:
 - Khái niệm về công của lực
 - Công của lực trên đoạn đường thẳng
 - Công của hợp lực của hệ lực
 - Công của trọng lực, công của chuyển động quay
2. Trình bày được khái niệm công suất
 - Viết được công thức tính công suất
 - Viết được các biểu thức tính công suất của chuyển động thẳng và chuyển động quay
3. Trình bày được định nghĩa hiệu suất và hiệu suất trong bộ ghép nối tiếp

CHƯƠNG XV:

NHỮNG ĐỊNH LÝ CƠ BẢN VỀ ĐỘNG LỰC HỌC

TRẢ LỜI CÂU HỎI

1. Trình bày được :
 - Động lượng của chất điểm
 - Xung lượng của lực
 - Định lý biến thiên động lượng của chất điểm
2. Trình bày được :
 - Động lượng của hệ chất điểm
 - Định lý biến thiên động lượng của hệ chất điểm
3. Trình bày được :
 - Động năng của hệ điểm
 - Định lý biến thiên động năng của hệ chất điểm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Văn Hồng . Giáo trình Cơ kỹ thuật . Nhà xuất bản Lao động xã hội 2005
2. Nguyễn Trọng.Cơ học cơ sở Tập 1,2 . Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật 2001
3. Đỗ Xanh. Cơ học ứng dụng . Nhà xuất bản giáo dục 2004
4. GS-TS.Đỗ Xanh.Giáo trình Cơ kỹ thuật . Nhà xuất bản giáo dục 2005

5. GS-TS.Đỗ Xanh.Giáo trình Cơ học Tập 1,2 . Nhà xuất bản giáo dục 2003
6. GS-TS.Đỗ Xanh. Bài tập cơ học Tập 1,2 . Nhà xuất bản giáo dục 2008