

UBND TỈNH LÂM ĐỒNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ ĐÀ LẠT

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: CƠ ỨNG DỤNG

NGÀNH/NGHỀ: CÔNG NGHỆ Ô TÔ

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CDNDL ngày ...tháng...năm...
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt)*

Lâm Đồng, năm 2017

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường dạy nghề, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới, đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo nghề.

Với mong muốn đó giáo trình được biên soạn, nội dung giáo trình bao gồm:

Chương 1: Cơ học lý thuyết

Chương 2: Sức bền vật liệu

Chương 3: Chi tiết máy

Xin trân trọng cảm ơn Khoa Cơ khí Động lực, Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt cũng như sự giúp đỡ quý báu của đồng nghiệp đã giúp tác giả hoàn thành giáo trình này.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người đọc để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn.

Đà Lạt, ngày 20 tháng 03 năm 2017

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Lê Thanh Quang

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT.....	1
1- Các tiên đề tĩnh học.....	1
1.1- Vật rắn tuyệt đối.....	1
1.2- Lực	1
1.2.1- Lực.....	1
1.2.2- Hệ lực	2
1.2.3- Các tiên đề tĩnh học.....	3
1.3- Liên kết và phản lực liên kết.....	4
1.3.1- Vật tự do và vật bị liên kết.....	4
1.3.2- Phản lực liên kết.....	4
1.3.3- Các liên kết cơ bản.....	4
2- Lực.....	6
2.1- Phân tích một lực thành hai lực đồng quy	6
2.2- Tổng hợp lực	6
2.2.1- Hợp lực của hai lực đồng quy.....	6
2.2.2- Hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy	9
2.3 - Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy	12
2.4- Hệ lực phẳng song song.....	13
3- Mô men	14
3.1- Mô men của lực đối với một điểm.....	14
3.1.1- Định nghĩa.....	14
3.1.2- Định lý về mô men (định lý Varinhông).....	15
3.2- Ngẫu lực.....	15
3.2.1- Định nghĩa.....	15
3.2.2- Tính chất của ngẫu lực trên một mặt phẳng	17
3.2.3- Hợp hệ ngẫu lực phẳng	17
3.3- Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song	18
4- Chuyển động cơ bản của chất điểm	19
4.1- Chuyển động cơ học	19
4.2- Chuyển động thẳng	20
4.2.1- Chuyển động thẳng đều	20
4.2.2- Chuyển động thẳng biến đổi đều	20
4.3- Chuyển động cong	20
4.3.1- Chuyển động cong đều	20
4.3.2- Chuyển động cong biến đổi đều	20
5- Chuyển động cơ bản của vật rắn.....	21
5.1- Chuyển động tịnh tiến của vật rắn	21
5.2- Chuyển động quay của vật rắn quanh một điểm cố định.....	21
5.3- Quỹ đạo, vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật rắn quay quanh 1 trục cố định	23
5.4 - Chuyển động tổng hợp của điểm	25
5.5- Chuyển động song phẳng.....	25
6- Công và năng lượng	27
6.1- Các định luật cơ bản của động lực học	27

6.2- Công	28
6.3- Công suất, hiệu suất	29
Câu hỏi ôn tập	31
Bài tập.....	31
CHƯƠNG 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU	33
1- Những khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu	33
1.1- Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu.....	33
1.2- Nội lực.....	34
1.3- Phương pháp mặt cắt.....	34
1.4- Ứng suất	35
2- Kéo và nén	35
2.1- Khái niệm về kéo nén	35
2.1.1- Định nghĩa.....	35
2.1.2- Nội lực.....	35
2.1.3- Ứng suất	37
2.2- Biến dạng, định luật Húc	37
2.3- Tính toán về kéo nén.....	39
3- Cắt dập	40
3.1- Cắt	40
3.1.1- Định nghĩa.....	40
3.1.2- Ứng suất	41
3.1.3- Biến dạng	41
3.2- Dập	42
3.2.1- Định nghĩa.....	42
3.2.2- Ứng suất	42
4- Xoắn.....	43
4.1- Khái niệm về xoắn	43
4.2- Ứng suất trên mặt cắt thanh chịu xoắn	45
4.3- Tính toán về xoắn.....	48
5- Uốn.....	49
5.1- Khái niệm về uốn	49
5.1.1- Định nghĩa.....	49
5.1.2- Nội lực.....	49
5.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm chịu uốn.....	51
5.2.1- Biến dạng của dầm uốn thuần túy.....	51
5.2.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm uốn thuần túy.....	52
5.3- Tính toán về uốn	53
5.4- Khái niệm về thanh chịu lực phức tạp	54
Câu hỏi ôn tập	56
Bài tập.....	56
CHƯƠNG 3: CHI TIẾT MÁY	57
1- Những khái niệm cơ bản về cơ cấu và máy	57
1.1- Những khái niệm cơ bản và định nghĩa	57
1.1.1- Khái niệm về tiết máy	57
1.1.2- Khái niệm về cơ cấu truyền động	58

1.1.3- Khái niệm về máy	58
1.2- Lược đồ động học và sơ đồ động.....	59
2. Cơ cấu truyền động ma sát.....	60
2.1. Cơ cấu truyền động đai	60
2.1.1-Khái niệm.....	60
2.1.2- Tỷ số truyền	62
2.1.3- Ứng dụng.....	63
2.2- Cơ cấu bánh ma sát	64
2.2.1- Khái niệm.....	64
2.2.2- Tỷ số truyền	64
2.2.3- Ứng dụng.....	65
3- Cơ cấu truyền động ăn khớp	66
3.1- Cơ cấu bánh răng	66
3.1.1- Khái niệm.....	66
3.1.2- Tỷ số truyền	69
3.1.3- Ứng dụng.....	70
3.2- Cơ cấu xích	71
3.2.1- Khái niệm.....	71
3.2.2- Tỷ số truyền	72
3.2.3- Ứng dụng.....	73
3.3- Cơ cấu bánh vít trục vít.....	74
3.3.1- Khái niệm.....	74
3.3.2- Tỷ số truyền	74
3.3.3- Ứng dụng.....	75
4- Cơ cấu truyền động cam	75
4.1- Khái niệm.....	75
4.2- Ứng dụng.....	76
5- Các cơ cấu truyền động khác.....	77
5.1- Cơ cấu tay quay thanh truyền	77
5.1.1- Khái niệm.....	77
5.1.2- Ứng dụng.....	78
5.2- Cơ cấu cóc.....	78
5.2.2- Ứng dụng.....	79
5.3. Cơ cấu các đăng	79
5.3.1- Khái niệm.....	79
5.3.2 - Phân loại.....	79
5.3.3 - Cấu tạo và hoạt động truyền động các đăng.....	79
Câu hỏi ôn tập	83
Tài liệu tham khảo	90

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: CƠ ỨNG DỤNG

Mã môn học: MH 08

Thời gian thực hiện môn học: 45 giờ; (Lý thuyết: 42 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 00 giờ; Kiểm tra: 03 giờ)

I. Vị trí, tính chất của môn học:

1. Vị trí: Môn học được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 07, MH 09, MH 10, MH 11, MH 12, MĐ 13, MĐ 14.
2. Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

II. Mục tiêu môn học:

1. Về kiến thức:
 - Trình bày được các khái niệm cơ bản trong cơ học ứng dụng;
 - Trình bày được phương pháp tổng hợp và phân tích lực;
 - Trình bày được các cấu tạo, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của các cơ cấu truyền động cơ bản.
2. Về kỹ năng:
 - Phân tích được chuyển động của vật rắn;
 - Tính toán được các thông số nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu kéo, nén, cắt, đập, xoắn, uốn của các bài toán đơn giản;
 - Chuyển đổi được các khớp, khâu, các cơ cấu truyền động thành các sơ đồ truyền động đơn giản.
3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - Tuân thủ đúng quy định về giờ học tập và làm đầy đủ bài tập về nhà;
 - Rèn luyện tác phong làm việc nghiêm túc, cẩn thận;
 - Có khả năng tự nghiên cứu, tự học, tham khảo tài liệu liên quan đến môn học để vận dụng vào hoạt động học tập;
 - Vận dụng được các kiến thức tự nghiên cứu, học tập và kiến thức, kỹ năng đã được học để hoàn thiện các kỹ năng liên quan đến môn học một cách khoa học, đúng quy định.

Chương 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT

Mục tiêu: Học xong chương này người học có khả năng:

- Trình bày được các tiên đề, khái niệm và cách biểu diễn lực; các loại liên kết cơ bản;
- Trình bày được phương pháp xác định các thông số động học và động lực học;
- Phân tích được chuyển động của vật rắn;
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về cơ học lý thuyết.

Nội dung:

1- Các tiên đề tĩnh học

1.1- Vật rắn tuyệt đối

Cơ học quan niệm vật rắn tuyệt đối là vật khi chịu tác dụng có hình dạng và kích thước không đổi.

Vật rắn tuyệt đối là mô hình lý tưởng, thực tế khi chịu tác dụng mọi vật đều biến đổi hình dạng và kích thước. Nhưng để đơn giản việc nghiên cứu sự cân bằng và chuyển động của vật ta có thể coi vật là tuyệt đối rắn

1.2- Lực

1.2.1- Lực

- Định nghĩa: *Lực là tác động tương hỗ từ những vật hoặc từ môi trường xung quanh lên vật đang xét, làm cho vật thay đổi vận tốc hoặc làm cho vật biến dạng.*

Đầu búa tác động lên vật rèn là lực tác động từ vật này lên vật khác, trọng lực tác động vào vật là lực hút trái đất lên vật đó. Trọng lượng là một thành phần của trọng lực, với sai số nhỏ, trọng lượng của vật coi như trùng với trọng lực của vật đó.

- Đo lực: dùng lực kế

Treo các vật có khối lượng khác nhau vào một lò xo thẳng đứng, độ dãn của lò xo tỷ lệ với khối lượng của vật.

Mặt khác tại một điểm xác định, trọng lượng của vật tỷ lệ với khối lượng của vật.

$$P = mg$$

p - trọng lượng, m - khối lượng, g - gia tốc trọng trường ($g = 9,81 \text{ m/g}^2$)

Căn cứ vào kết luận này người ta chế ra một dụng cụ đo lực gọi là lực kế.

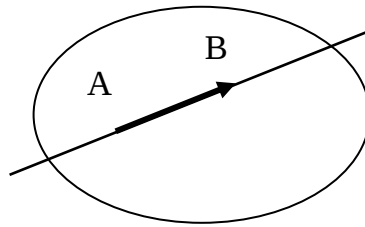
Đơn vị đo trị số của lực là *Niu ton*, ký hiệu: N

Bội số của Niu ton là *ki lô Niu ton*, ký hiệu KN ($1\text{KN} = 10^3\text{N}$); *mê ga Niu ton*, ký hiệu MN ($1\text{MN} = 10^6\text{N}$)

Đơn vị của khối lượng là *ki lô gam*, ký hiệu kg.

- Cách biểu diễn lực

Lực được đặc trưng bởi ba yếu tố: điểm đặt, phương chiều và trị số. Nói cách khác lực là một đại lượng véc tơ và được biểu diễn bằng véc tơ lực (*hình 1.1*).



Hình 1.1

Véc tơ $\vec{AB}$ biểu diễn lực tác dụng lên một vật rắn, trong đó:

- Góc A là điểm đặt của lực $\vec{AB}$
 - Đường thẳng chứa $\vec{AB}$ là phương của lực còn gọi là đường tác dụng của lực.
 - mút B chỉ chiều của lực $\vec{AB}$
 - Độ dài của AB biểu diễn trị số của lực $\vec{AB}$ theo một tỷ lệ xích nào đó
- Để đơn giản thường ký hiệu lực bằng chữ in hoa và ghi dấu véc tơ trên chữ in hoa đó, ví dụ : $\vec{F}, \vec{Q}, \vec{P}, \vec{R}, \vec{S}$

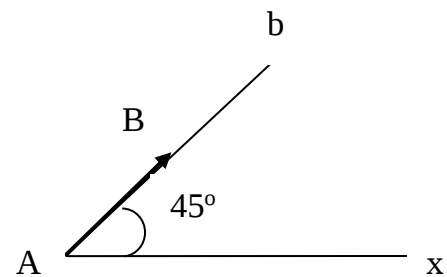
Ví dụ: Một lực $\vec{F}$ có trị số 150N hợp với phương nằm ngang một góc 45° về phía trên đường nằm ngang. Hãy biểu diễn lực đó theo tỷ lệ 5N trên độ dài 1 mm.

Bài giải

Độ dài của véc tơ lực $\vec{F}$ là: $150: 5 = 30\text{mm}$

Ta kẻ một đường nằm ngang Ax, kẻ đường Ab hợp với đường nằm ngang Ax một góc 45° về phía trên đường nằm ngang.

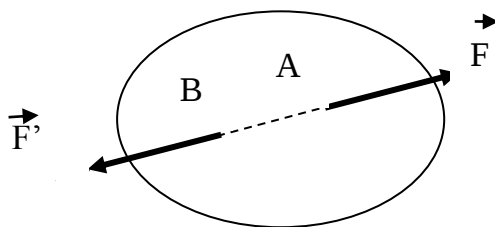
Đặt lên Ab một độ dài AB bằng 30mm. Véc tơ $\vec{AB}$ biểu diễn lực $\vec{F}$ cần tìm. (hình1.2)



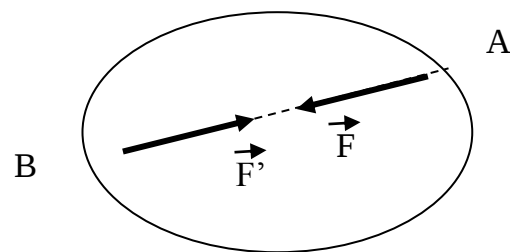
Hình 1.2

1.2.2- Hệ lực

- Hai lực trực đối: Là hai lực có cùng trị số , cùng đường tác dụng nhưng ngược chiều nhau (hình 1.3a,b)



Hình 1.3a



Hình 1.3b

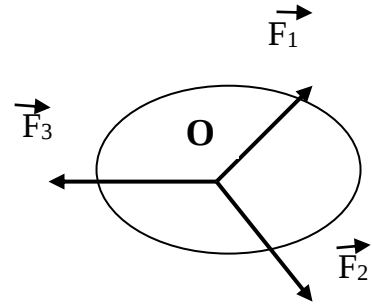
- Hệ lực: Tập hợp nhiều lực cùng tác dụng lên một vật rắn gọi là hệ lực, ký hiệu $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$

Hình 1.4, 1.5, 1.6 là các thí dụ về hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$; hệ lực phẳng song song $(\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \dots, \vec{P}_n)$ và hệ lực phẳng bất kỳ $(\vec{Q}_1, \vec{Q}_2, \vec{Q}_3, \dots, \vec{Q}_n)$

- Hai lực tương đương: Hai hệ lực gọi là tương đương khi chúng có cùng tác dụng cơ học lên một vật rắn

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n) \sim (\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \dots, \vec{P}_n)$$

- Hợp lực: là một lực duy nhất tương đương với tác dụng của cả hệ lực



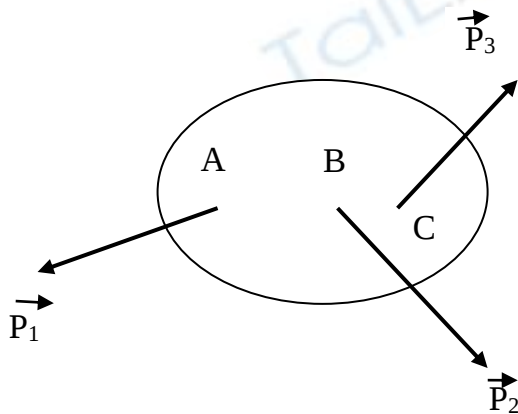
Hình 1.4

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n) \sim \vec{R} \text{ Thì } \vec{R} \text{ là hợp lực của hệ lực } (\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$$

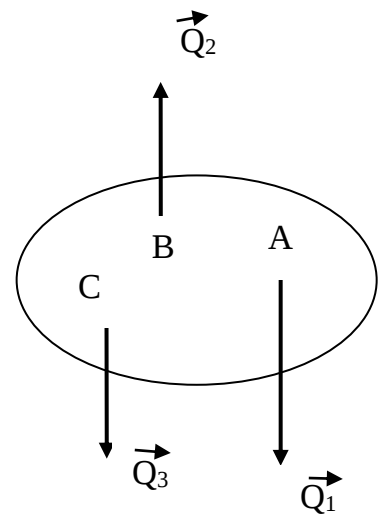
- Hệ lực cân bằng: Là hệ lực khi tác dụng vào vật rắn sẽ không làm thay đổi trạng thái cơ học của vật rắn (Nếu vật đang đứng yên thì đứng yên, nếu đang chuyển động thẳng đều thì chuyển động thẳng đều). Nói cách khác hệ lực cân bằng tương đương với 0.

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n) \sim 0$$

Vật chịu tác dụng của hệ lực cân bằng được gọi là vật ở trạng thái cân bằng.



Hình 1.5



Hình 1.6

1.2.3- Các tiên đề tĩnh học

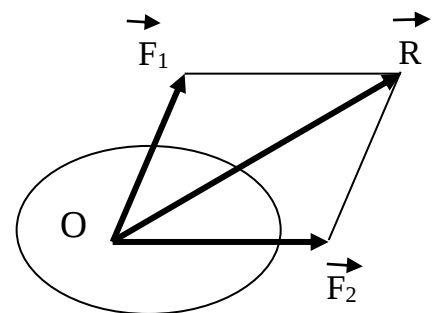
- Tiên đề 1 (Tiên đề về hai lực cân bằng)

Điều kiện cần và đủ để hai lực tác dụng lên một vật rắn được cân bằng là chúng phải trực đối nhau (hình 1.3-a,b)

- Tiên đề 2 (Tiên đề về thêm và bớt hai lực cân bằng)

Tác dụng của một hệ lực lên một vật rắn không thay đổi khi thêm vào hay bớt đi hai lực cân bằng.

- Tiên đề 3 (Tiên đề hình bình hành lực)



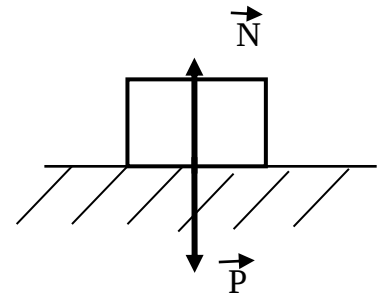
Hình 1.7

Hai lực đặt tại một điểm tương đương với một lực đặt tại điểm đó và được biểu diễn bằng véc tơ đường chéo hình bình hành mà hai cạnh là hai véc tơ biểu diễn hai lực đã cho (hình 1.7).

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

- Tiên đề 4 (Tiên đề tương tác)
 Lực tác dụng và phản tác dụng là hai lực trực đối
 (hình 1.8).

Tuy nhiên lực tác dụng và phản tác dụng không cân bằng vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.



Hình 1.8

1.3- Liên kết và phản lực liên kết

1.3.1- Vật tự do và vật bị liên kết

Vật rắn gọi là vật tự do khi nó có thể thực hiện chuyển động tự ý theo mọi phương trong không gian mà không bị cản trở.

Ngược lại, vật rắn không tự do khi một vài phương chuyển động của nó bị cản trở. Những điều kiện cản trở chuyển động của vật gọi là liên kết.

Vật không tự do gọi là vật bị liên kết (còn gọi là vật khảo sát)

Vật cản trở chuyển động của vật khảo sát là vật liên kết

Ví dụ cuốn sách để trên bàn thì cuốn sách là vật khảo sát, bàn là vật liên kết.

1.3.2- Phản lực liên kết

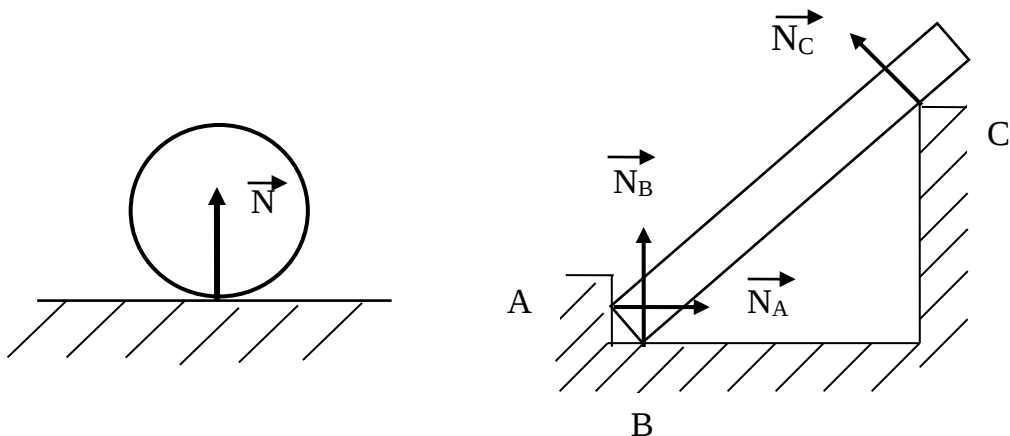
Do tác dụng tương hỗ, vật khảo sát tác dụng lên vật liên kết một lực gọi là lực tác dụng. Theo tiên đề tương tác, vật liên kết tác dụng trở lại vật khảo sát một lực gọi là phản lực liên kết.

Phản lực đặt vào vật khảo sát (ở nơi tiếp xúc giữa hai vật) cùng phương, ngược chiều với hướng chuyển động của vật khảo sát bị cản trở. Trị số của phản lực phụ thuộc vào lực tác dụng từ vật khảo sát đến vật gây liên kết.

1.3.3- Các liên kết cơ bản

- Liên kết tựa

Liên kết tựa cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung giữa vật khảo sát và vật gây liên kết (hình 1.9).



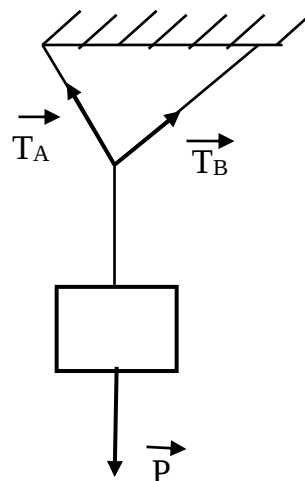
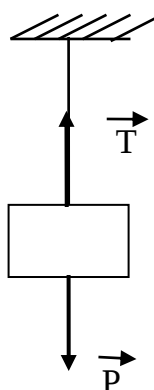
Hình 1.9

Phản lực có phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung, có chiều đi về phía vật khảo sát, ký hiệu $\vec{N}$

- Liên kết dây mềm

Liên kết dây mềm cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương của dây (hình 1.10).

Phản lực có phương theo dây, ký hiệu $\vec{T}$.



Hình 1.10

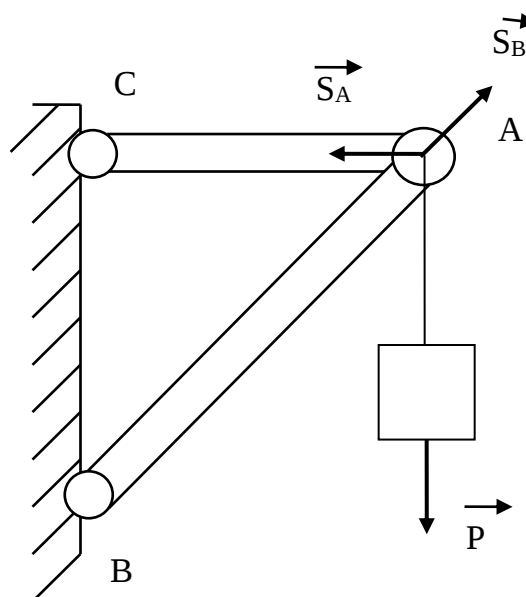
- Liên kết thanh

Liên kết thanh (hình 1.11) cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương của thanh (bỏ qua trọng lượng của thanh)

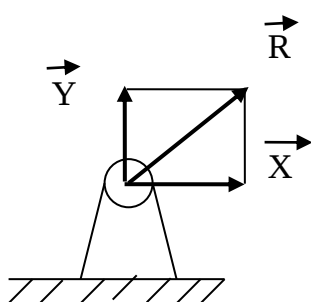
Phản lực có phương dọc theo thanh, ký hiệu $\vec{S}$

- Liên kết bản lề

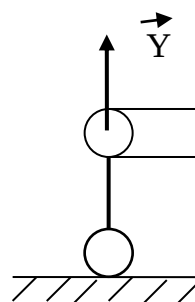
Bản lề cố định có thể cản trở vật khảo sát chuyển động theo hai phương: Phương nằm ngang và phương thẳng đứng, vì vậy phản lực có hai thành phần $\vec{X}$ và $\vec{Y}$. phản lực toàn phần $\vec{R}$ (hình 1-12 a).



Hình 1.11



Hình 1-12 a



Hình 1-12 b

Bản lề di động phản lực có phương giống như liên kết tựa đặt ở tâm bản lề ký hiệu $\vec{Y}$ (hình 1-12 b)

2- Lực

2.1- Phân tích một lực thành hai lực đồng quy

- Khi biết phương của hai lực.

Giả sử biết lực $\vec{R}$ đặt tại điểm O và hai phương Ox, Oy (hình 1.13). Cần phân tích $\vec{R}$ thành hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ đặt trên hai phương đó.

Muốn thế, từ mút C của lực R ta kẻ các đường song song với hai phương Ox, Oy và cắt Ox tại A và Oy tại B

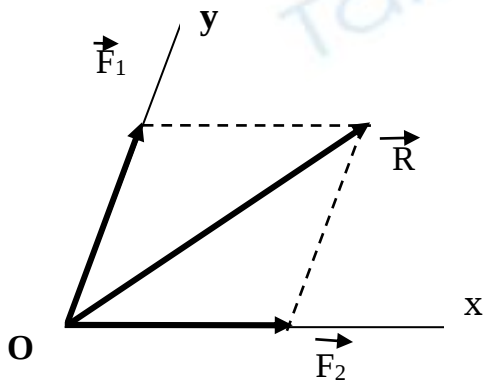
Ta được $\vec{OA} = \vec{F}_1$, $\vec{OB} = \vec{F}_2$ là các lực cần tìm.

- Khi biết phương, chiều và trị số của một lực.

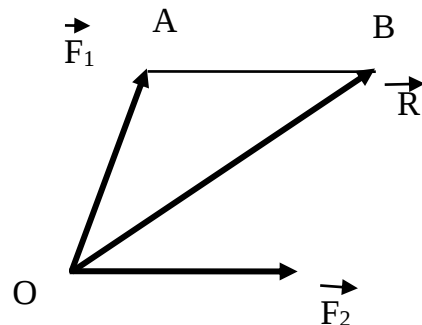
Giả sử biết hợp lực $\vec{R}$ và một thành phần $\vec{F}_1$ (hình 1.14), cần phân tích lực $\vec{R}$ thành hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$

Muốn thế, nối các mút A và B của hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{R}$ được véc tơ $\vec{AB}$.

Từ O kẻ véc tơ $\vec{F}_2$ song song cùng chiều và cùng trị số với $\vec{AB}$. Ta được $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ là các lực cần tìm.



Hình 1.13



Hình 1.14

2.2- Tổng hợp lực

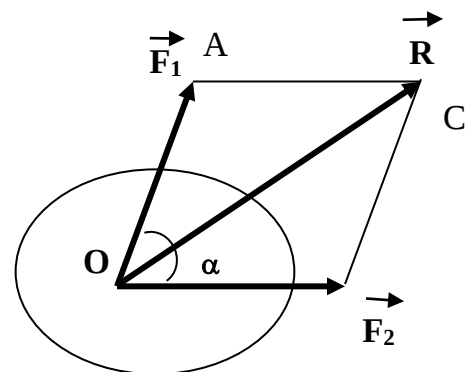
2.2.1- Hợp lực của hai lực đồng quy

- Quy tắc hình bình hành

Giả sử có hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ đồng quy tại O (hình 1.15)

Theo tiên đề hình bình hành lực, chúng ta có hợp lực $\vec{R}$ đặt tại O, phương chiều và trị số được biểu diễn bằng đường chéo hình bình hành lực.

Trị số R: Áp dụng định lý hàm số Cosin cho tam giác OAC ta có:



Hình 1.15

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 F_1 F_2 \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$\text{Vì } \cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$$

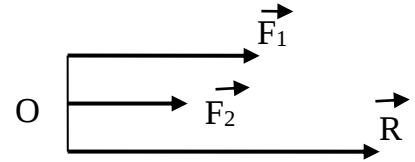
$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha} \quad (1 - 1)$$

* Các trường hợp đặc biệt:

+ Hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cùng phương, cùng chiều

(hình 1.16) :



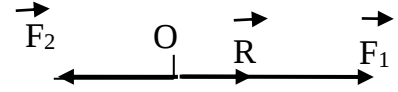
Hình 1.16

Góc $\alpha = 0$ và $\cos \alpha = 1$

$$R = F_1 + F_2$$

+ Hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cùng phương, ngược chiều

(Hình 1.17) :



Hình 1.17

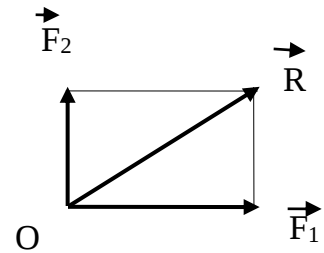
Góc $\alpha = 180^\circ$, $\cos \alpha = -1$

$$R = F_1 - F_2 \text{ nếu } F_1 \text{ lớn hơn } F_2$$

+ Hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ vuông góc với nhau (Hình 1.18)

, góc $\alpha = 90^\circ$, $\cos \alpha = 0$

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2$$



Hình 1.18

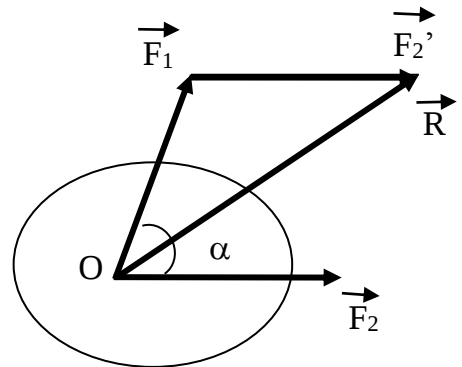
- Quy tắc tam giác lực.

Từ cách hợp hai lực đồng quy theo quy tắc hình bình hành lực, ta có thể suy ra từ một của lực F_1 đặt nối tiếp $\vec{F}'_2$ song song ,cùng chiều và cùng trị số với $\vec{F}_2$. Hợp lực $\vec{R}$ có gốc là O và mút trùng với mút của $\vec{F}'_2$ (hình 1.19).

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

Hợp lực $\vec{R}$ đóng kín tam giác lực.

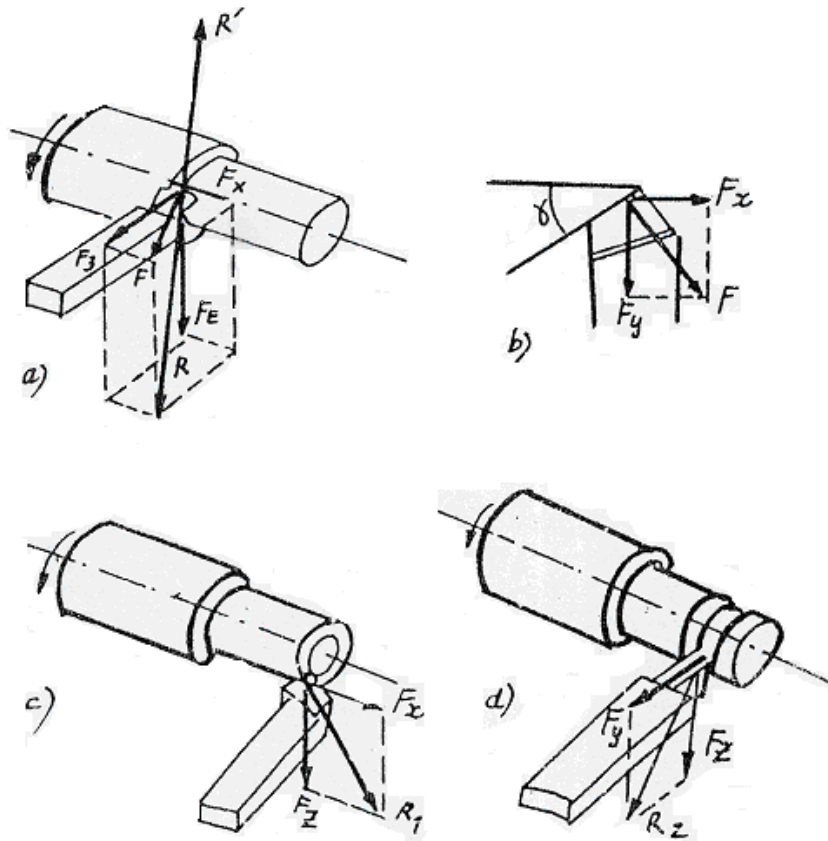
Phương, chiều và trị số của hợp lực $\vec{R}$ được xác định giống như quy tắc hình bình hành lực.



Hình 1.19

- Quy tắc hình hợp lực

Ở trên ta đã xét hợp lực của hai lực đồng quy và phân tích một lực thành hai lực đồng quy. Bằng cách làm tương tự ta có thể mở rộng tìm hợp lực của ba lực đồng quy hoặc phân tích một lực thành ba lực đồng quy mà thực tế thường gặp. Chẳng hạn phân tích lực cắt khi tiện (hình 1.20).



Hình 1.20

Trong mặt phẳng chứa lực $\vec{R}$ và trục $\vec{Z}$, $\vec{R}$ là hợp lực của $\vec{F}$ và $\vec{F}_Z$

$$\vec{R} = \vec{F} + \vec{F}_Z$$

Về trị số: $R = \sqrt{F^2 + F_Z^2}$

Trong mặt phẳng ngang lực $\vec{F}$ có thể phân tích thành hai lực thành phần:

$\vec{F}_X$ hướng theo trục của chi tiết và $\vec{F}_Y$ hướng theo bán kính vuông góc với trục.

$$\vec{R} = \vec{F}_X + \vec{F}_Y$$

Về trị số: $R = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2}$

Từ các biểu thức trên cho ta công thức tính lực cắt $\vec{R}$ theo quy tắc hình hộp lực (Hình 1.21 a).

$$\vec{R} = \vec{F}_X + \vec{F}_Y + \vec{F}_Z \quad \text{về trị số: } R = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2 + F_Z^2} \quad (1 - 2)$$

Trong quá trình tiện mặt đầu bằng dao vai (Hình 1.21 c), $\varphi = 90^\circ$, khi đó $\vec{F}_Y = 0$. Lực cắt sẽ là $\vec{R}_1 = \vec{F}_X + \vec{F}_Z$ có trị số $R_1 = \sqrt{F_X^2 + F_Z^2}$

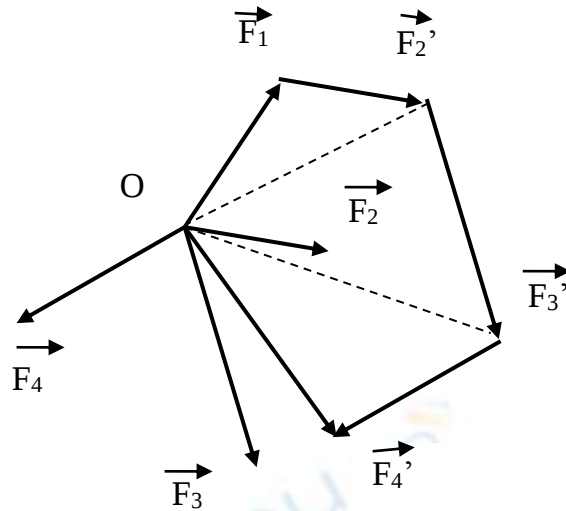
Trong quá trình tiện rãnh bằng dao cắt (Hình 1.21 d), $\varphi = 0^\circ$, khi đó $\vec{F}_X = 0$. Lực cắt sẽ là $\vec{R}_2 = \vec{F}_Y + \vec{F}_Z$ có trị số $R_2 = \sqrt{F_Y^2 + F_Z^2}$

Theo tiên đề tương tác dao sẽ tác dụng lên chi tiết lực $\vec{R}$ cùng phương ngược chiều và có cùng trị số với lực $\vec{R}$.

2.2.2- Hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy

- Phương pháp đa giác lực

Giả sử cho hệ lực phẳng $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4)$ đồng quy tại O (hình 1.21).



Hình 1.21

Muốn tìm hợp lực của hệ, trước hết hợp hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ theo quy tắc tam giác lực (từ mút lực $\vec{F}_1$ đặt lực $\vec{F}_2'$ song song cùng chiều và cùng trị số với $\vec{F}_2$) được: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2', \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$

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

Bằng cách tương tự, hợp hai lực $\vec{R}_1$ và $\vec{F}_3$ được:

$$\vec{R}_2 = \vec{R}_1 + \vec{F}_3 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

Cuối cùng hợp hai lực $\vec{R}_2$ và $\vec{F}_4$, chúng ta được hợp lực $\vec{R}$ của hệ:

$$\vec{R} = \vec{R}_2 + \vec{F}_4 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

Tổng quát, hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$ là:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F} \quad (1-3)$$

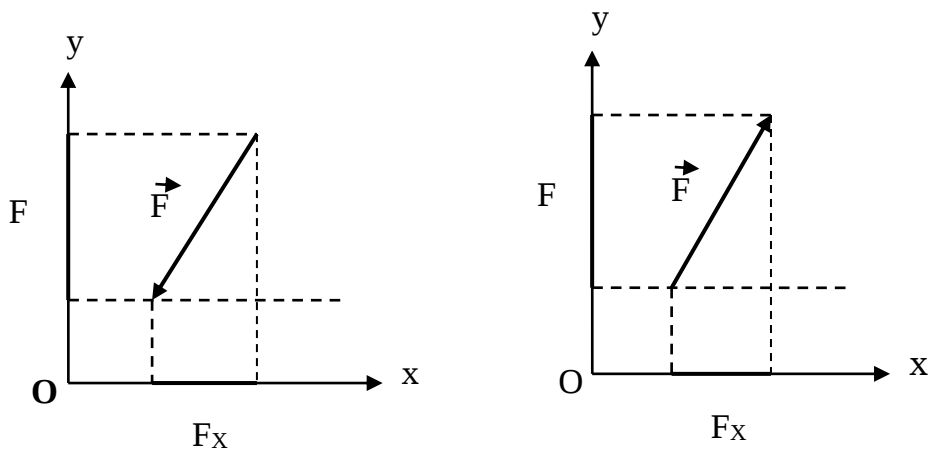
Hợp lực $\vec{R}$ có gốc trùng với gốc lực đầu, có mút trùng với mút của véc tơ đồng đẳng với lực cuối. Đường gãy khúc $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ gọi là đa giác lực.

Hợp lực $\vec{R}$ đóng kín đa giác lực lập bởi các lực đã cho.

- Phương pháp chiếu

+ Chiếu một lực lên hệ tọa độ vuông góc:

Giả sử cho lực $\vec{F}$ và hệ tọa độ vuông góc Oxy, hình chiếu của lực $\vec{F}$ lên các trục (hình 1.22) sẽ là:



Hình 1.22

Hình chiếu của lực $\vec{F}$ lên trục Ox: $F_x = \pm F \cdot \cos \alpha$ (1 - 4)

Hình chiếu của lực $\vec{F}$ lên trục Oy: $F_y = \pm F \cdot \sin \alpha$ (1 - 5)

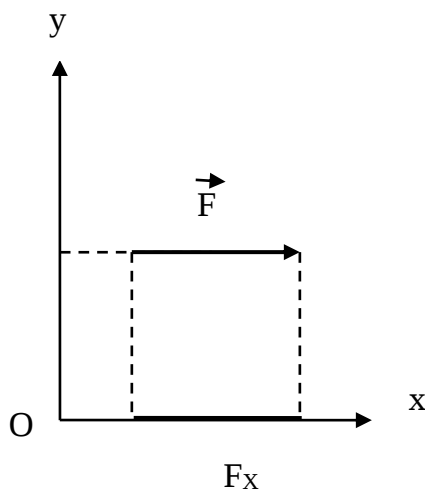
Trong hai công thức trên: α là góc nhọn hợp bởi đường tác dụng của $\vec{F}$ với trục x. Dấu của hình chiếu là + khi chiếu từ điểm chiếu của gốc đến điểm chiếu của mút cùng với chiều dương của trục. Dấu của hình chiếu là – trong trường hợp ngược lại.

Trường hợp đặc biệt, nếu lực $\vec{F}$ song song với trục, chẳng hạn với trục x (hình 1.23) thì:

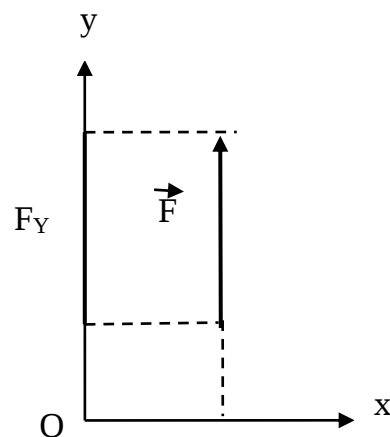
$F_x = \pm F$ và $F_y = 0$ (vì $\vec{F}$ vuông góc với trục y)

Nếu lực $\vec{F}$ song song với trục y (hình 1.24) thì:

$F_x = 0$ và $F_y = \pm F$



Hình 1.23



Hình 1.24

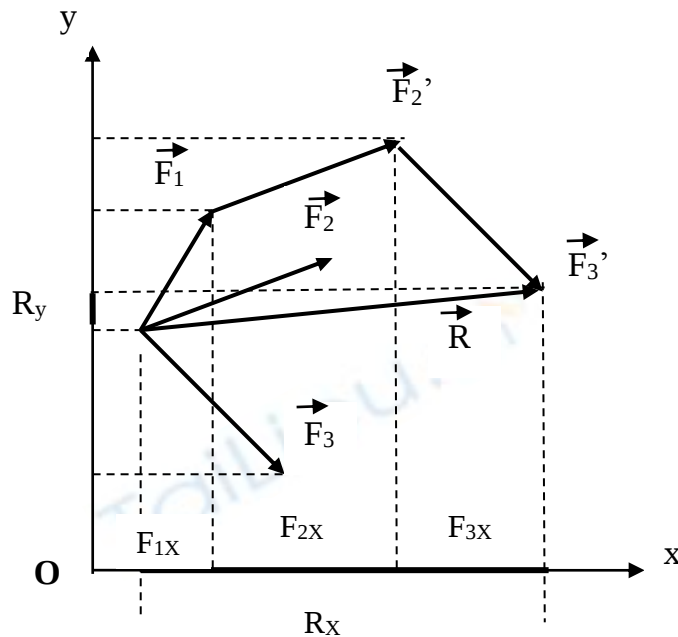
Chú ý: Khi biết các hình chiếu F_x và F_y của lực $\vec{F}$ lên các trục x và y, chúng ta hoàn toàn xác định được lực $\vec{F}$

Về trị số: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ (1 - 6)

Về phương chiều: $\tan \alpha = \frac{F_x}{F_y}$ (1 - 7)

+ Xác định hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy bằng phương pháp lực chiếu lực:

Giả sử có hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n)$ có hình chiếu tương ứng lên các trục tọa độ vuông góc Oxy là: $(\vec{F}_{1X}, \vec{F}_{2X}, \vec{F}_{3X}, \dots, \vec{F}_{nX})$ và $(\vec{F}_{1Y}, \vec{F}_{2Y}, \vec{F}_{3Y}, \dots, \vec{F}_{nY})$ (hình 1.25). Chúng ta có:



Hình 1.25

Hợp lực : $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F}$

Hình chiếu của véc tơ hợp lực $\vec{R}$ lên các trục R_X và R_Y có trị số bằng tổng đại số hình chiếu các véc tơ lực thành phần:

$$R_X = F_{1X} + F_{2X} + \dots + F_{nX} = \sum F_X \quad (1 - 8)$$

$$R_Y = F_{1Y} + F_{2Y} + \dots + F_{nY} = \sum F_Y$$

Hợp lực $\vec{R}$ có:

Trị số: $R = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2} = \sqrt{(\sum F_X)^2 + (\sum F_Y)^2} \quad (1 - 9)$

Phương chiều xác định bởi :

$$\tan \alpha = \frac{R_Y}{R_X} = \frac{\sum F_Y}{\sum F_X} \quad (1 - 10)$$

- Ví dụ 2-1: Hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4)$ cho trên (hình 1.26).

Cho biết:

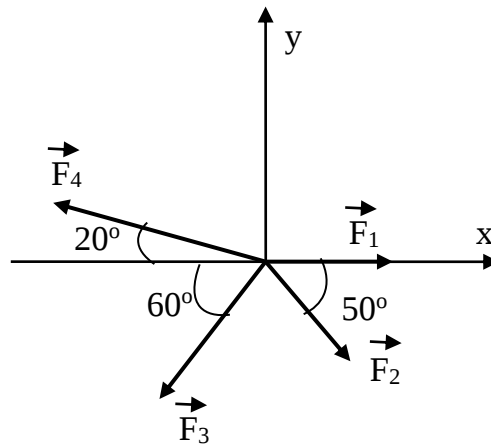
$$F_1 = F_2 = 100 \text{ N}, F_3 = 150 \text{ N}, F_4 = 200 \text{ N}$$

Góc giữa các lực cho trên hình vẽ.

Xác định hợp lực của hệ.

Bài giải:

Chọn hệ trục Oxy như hình vẽ.



Hình 1.26

Hình chiếu của hợp lực $\vec{R}$ lên các trục x và y là:

$$R_x = \sum F_x = F_1 + F_2 \cdot \cos 50^\circ - F_3 \cdot \cos 60^\circ - F_4 \cdot \cos 20^\circ$$

$$= 100 + 100 \cdot 0,6428 - 150 \cdot 0,5 - 200 \cdot 0,9397 = -98,7N$$

$$R_y = \sum F_y = -F_2 \cdot \sin 50^\circ - F_3 \cdot \sin 60^\circ + F_4 \cdot \sin 20^\circ$$

$$= -100 \cdot 0,766 - 150 \cdot 0,866 + 200 \cdot 0,3420 = -138,1N$$

Trị số của hợp lực $\vec{R}$:

$$R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = \sqrt{(-98,7)^2 + (-138,1)^2} \approx 170N$$

Phương chiều của hợp lực $\vec{R}$

$$\tan \alpha = \frac{\sum F_y}{\sum F_x} = \frac{-138,1}{-98,7} = 1,4 = \tan 54^\circ 33'$$

$\vec{R}$ nằm ở góc phần tư thứ ba với $\alpha = 54^\circ 33'$

2.3 - Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy

- Phương pháp hình học.

Muốn hệ lực phẳng đồng quy được cân bằng thì trị số của hợp lực $\vec{R}$ phải bằng 0, đa giác lực tự đóng kín (mút của lực cuối cùng trùng với gốc của lực đầu).

Kết luận: “Điều kiện cần và đủ để một hệ lực phẳng đồng quy cân bằng là đa giác lực tự đóng kín”.

- Phương pháp giải tích.

Tương tự trên, muốn hệ lực phẳng đồng quy cân bằng thì hợp lực $\vec{R}$ phải bằng 0: $R \sim 0$ nên:

$$R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = 0$$

$(\sum F_x)^2$ và $(\sum F_y)^2$ là những số dương nên R chỉ bằng 0 khi:

$$\sum F_x = 0 \quad \text{và} \quad \sum F_y = 0 \quad (1 - 11)$$

Kết luận: “Điều kiện cân và đủ để hệ lực đồng quy cân bằng là tổng đại số hình chiếu các lực lên hai trục tọa độ vuông góc đều bằng 0”.

Hệ (2-11) gọi là hệ phương trình cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy.

2.4- Hệ lực phẳng song song

- Hợp hai lực song song cùng chiều

Định lý: Hai lực song song cùng chiều có hợp lực là một lực song song cùng chiều có cường độ bằng tổng cường độ hai lực và điểm đặt tại điểm chia trong đoạn thẳng nối điểm đặt của hai lực thành những đoạn thẳng tỷ lệ nghịch với cường độ hai lực đó (hình 1.27).

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

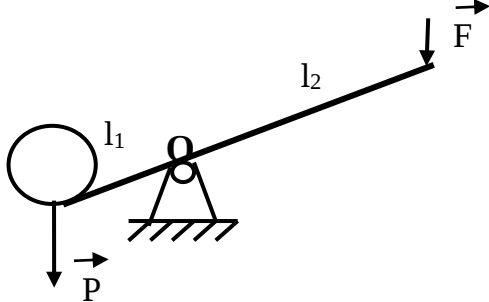
$$R = F_1 + F_2 \quad (1 - 12)$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

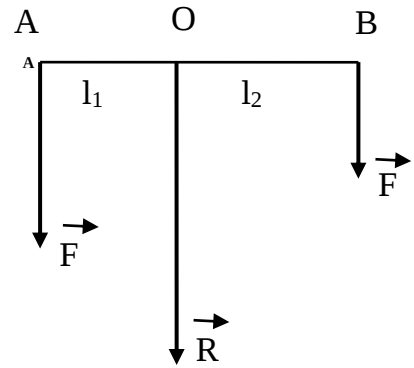
* Ví dụ thực tế: Đòn bẩy (hình 1.28)

Để nâng một vật nặng có trọng lượng P, ta dùng đòn bẩy để sao cho khoảng cách từ vật đến điểm tựa nhỏ hơn khoảng cách từ điểm tựa đến điểm đặt lực F.

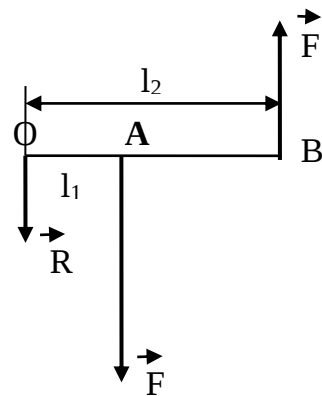
Như vậy lực F sẽ nhỏ hơn trọng lượng P.



Hình 1.28



Hình 1.27



Hình 1.29

- Hợp lực của hai lực song song ngược chiều

Định lý:

Hai lực song song ngược chiều có hợp lực là một lực song song cùng chiều với lực lớn hơn, có cường độ bằng hiệu cường độ hai lực và điểm đặt tại điểm chia ngoài đoạn thẳng nối điểm đặt của hai lực thành những đoạn thẳng tỷ lệ nghịch với cường độ hai lực đó. (hình 1.29)

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

$$R = F_1 - F_2 \quad (1 - 13)$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

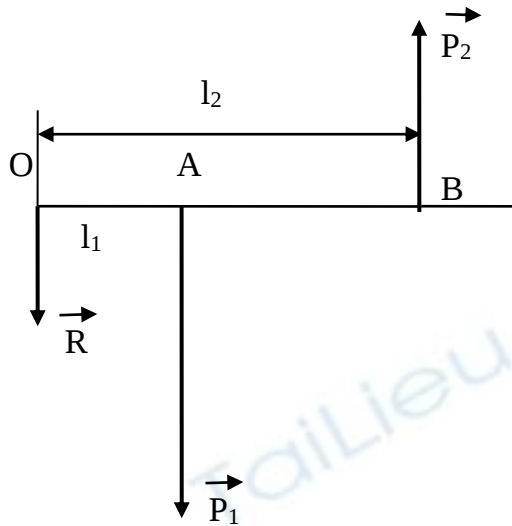
- Phân tích một lực ra hai lực song song ngược chiều

Phân tích một lực ra hai lực song song ngược chiều khi biết trị số một lực thành phần P_1 và thành phần điểm đặt A của nó

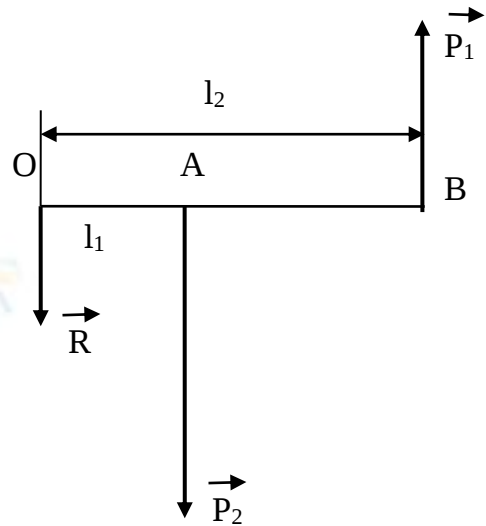
Cách làm tương tự như phân tích một lực ra hai lực cùng chiều.

Nếu $\vec{P}_1$ cùng chiều với $\vec{R}$ (hình 1.30).

Nếu $\vec{P}_1$ ngược chiều với $\vec{R}$ (hình 1.31).



Hình 1.30



Hình 1.31

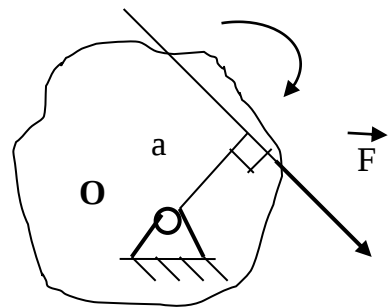
3- Mô men

3.1- Mô men của lực đối với một điểm

3.1.1- Định nghĩa

Mô men của lực là đại lượng đặc trưng cho tác dụng quay của lực (hình 1.32).

Mô men của lực không những phụ thuộc vào trị số của lực mà còn phụ thuộc vào cánh tay đòn của lực tới tâm quay tức là khoảng cách từ tâm quay tới đường tác dụng của lực.



Hình 1.32

Từ đó ta có định nghĩa:

Mô men của lực F đối với điểm O là tích số giữa trị số của lực với cánh tay đòn của lực đối với điểm đó.

$$m_o(\vec{F}) = \pm F.a \quad (1 - 14)$$

Trong đó: $m_o(\vec{F})$ đọc là mô men của lực F đối với điểm O (Nm)

a - Cánh tay đòn của lực (m)

$m_o(\vec{F})$ lấy dấu + khi vật quay theo chiều ngược kim đồng hồ

Và lấy dấu – khi vật quay ngược lại.

Nếu tính lực bằng N, cánh tay đòn tính bằng m thì $m_o(F)$ tính bằng Nm