

UBND TỈNH BÌNH PHƯỚC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG BÌNH PHƯỚC



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: CƠ ỨNG DỤNG

NGÀNH: CÔNG NGHỆ Ô TÔ

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số /QĐ -CĐBP
Ngày tháng năm 2023 của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Bình Phước)*

Lưu hành nội bộ

Bình Phước, năm 2023

LỜI GIỚI THIỆU

Hướng tới mục tiêu nâng cao chất lượng đào tạo nghề, nhằm đáp ứng yêu cầu của thị trường lao động kỹ thuật và hội nhập.

Bộ Lao Động thương Binh và Xã Hội đã ban hành chương trình khung Cao Đẳng Nghề, Trung Cấp Nghề Cắt gọt kim loại.

Trường Cao đẳng Bình Phước được giao nhiệm vụ đào tạo nguồn lao động có tay nghề cao trong lĩnh vực gia công cơ khí, với quy mô trang thiết bị luôn được đầu tư mới, năng lực đội ngũ giáo viên ngày càng được tăng cường. Việc biên soạn giáo trình phục vụ công tác đào tạo của nhà Trường, đáp ứng yêu cầu mục tiêu của chương trình khung do Bộ LĐTB và XH ban hành cũng nhằm đáp ứng các yêu cầu sau đây:

Yêu cầu của người học.

Nhu cầu về chất lượng nguồn nhân lực.

Cung cấp lao động kỹ thuật cho Doanh nghiệp và xuất khẩu lao động.

Nội dung giáo trình Cơ ứng dụng có thể đáp ứng để đào tạo cho từng cấp trình độ và có tính liên thông cho các cấp trình độ (Trung cấp nghề, Cao đẳng nghề) nhằm trang bị cho người học kiến thức về các tiên đề, định luật cơ bản về tĩnh học, động học, động lực học, áp dụng các phương pháp giải bài toán động lực học, phân tích các trường hợp chịu lực của thanh, các cơ cấu cơ bản. Để giúp người học nắm vững những kiến thức cơ bản cần thiết và sau mỗi bài cần giao bài tập đến từng học sinh. Các bài tập chỉ ở mức độ đơn giản, trung bình phù hợp với phần lý thuyết đã học.

Trong quá trình biên soạn, nhóm tác giả đã tham khảo ý kiến từ các Doanh nghiệp trong nước, giáo trình của các trường Đại học, học viện, ... Việc biên soạn đã hết sức cố gắng để giáo trình đạt được chất lượng tốt nhất. Tất nhiên, không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được ý kiến đóng góp từ các đồng nghiệp, các bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Trân trọng cảm ơn!

Chơn Thành, tháng 6 năm 2023

Tác giả biên soạn

ThS. Cao Văn Thịnh

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU.....	1
MỤC LỤC.....	2
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC CƠ ỨNG DỤNG.....	4
CHƯƠNG 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT.....	7
1- Các tiên đề tĩnh học.....	7
1.1- Vật rắn tuyệt đối.....	7
1.2- Lực.....	7
1.3- Liên kết và phản lực liên kết.....	10
2- Lực.....	12
2.1- Phân tích một lực thành hai lực đồng quy	12
2.2- Tổng hợp lực	12
2.3 - Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy	18
2.4- Hệ lực phẳng song song	19
3- Mô men	20
3.1- Mô men của lực đối với một điểm.....	21
3.2- Ngẫu lực	22
3.3- Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song	24
4- Chuyển động cơ bản của chất điểm	25
4.1- Chuyển động cơ học	25
4.2- Chuyển động thẳng	26
4.3- Chuyển động cong	26
5- Chuyển động cơ bản của vật rắn.....	27
5.1- Chuyển động tịnh tiến của vật rắn	27
5.2- Chuyển động quay của vật rắn quanh một điểm cố định.....	27
5.3- Quỹ đạo, vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật rắn quay quanh 1 trục cố định.....	29
5.4 - Chuyển động tổng hợp của điểm	31
5.5- Chuyển động song phẳng.....	31
6- Công và năng lượng	33
6.1- Các định luật cơ bản của động lực học	33
6.2- Công	34
6.3- Công suất, hiệu suất	35
6.4- Thế năng, động năng.....	35
Câu hỏi ôn tập	37
Bài tập.....	37
CHƯƠNG 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU	33
1- Những khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu.....	39
1.1- Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu.....	40
1.2- Nội lực.....	40
1.3- Phương pháp mặt cắt.....	40
1.4- Ứng suất	41
2- Kéo và nén	41

2.1- Khái niệm về kéo nén	41
2.2- Biến dạng, định luật Húc	43
2.3- Tính toán về kéo nén.....	45
3- Cắt dập	46
3.1- Cắt	46
3.2- Dập	48
4- Xoắn.....	49
4.1- Khái niệm về xoắn	49
4.2- Ứng suất trên mặt cắt thanh chịu xoắn	51
4.3- Tính toán về xoắn.....	54
5- Uốn.....	55
5.1- Khái niệm về uốn	55
5.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm chịu uốn.....	57
5.3- Tính toán về uốn	59
5.4- Khái niệm về thanh chịu lực phức tạp	60
Câu hỏi ôn tập	61
Bài tập.....	61
CHƯƠNG 3: CHI TIẾT MÁY	63
1- Những khái niệm cơ bản về cơ cấu và máy	63
1.1- Những khái niệm cơ bản và định nghĩa	63
1.2- Lược đồ động học và sơ đồ động.....	65
2. Cơ cấu truyền động ma sát.....	66
2.1. Cơ cấu truyền động đai	66
2.2- Cơ cấu bánh ma sát	70
3- Cơ cấu truyền động ăn khớp	72
3.1- Cơ cấu bánh răng	72
3.2- Cơ cấu xích	77
3.3- Cơ cấu bánh vít trục vít.....	80
4- Cơ cấu truyền động cam	81
4.1- Khái niệm.....	81
4.2- Ứng dụng.....	82
5- Các cơ cấu truyền động khác.....	83
5.1- Cơ cấu tay quay thanh truyền	83
5.2- Cơ cấu cóc.....	84
5.3. Cơ cấu các đăng	85
Câu hỏi ôn tập	89
Tài liệu tham khảo	97

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC CƠ ỨNG DỤNG

Mã môn học: MH10.COT

Thời gian thực hiện môn học: 45 giờ; (Lý thuyết: 32 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 11 giờ; Kiểm tra: 02 giờ).

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

- Vị trí: học song song với các môn học cơ sở
- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

II. Mục tiêu môn học:

* 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
- Phân tích được chuyển động của vật rắn

* Về kỹ năng

- Tính toán được các thông số nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu kéo, nén, cắt, dập, 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
- Trình bày được các cấu tạo, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của các cơ cấu truyền động cơ bản

* 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.

III. NỘI DUNG MÔN HỌC:

1. Nội dung chương trình khung

Mã MH, MĐ	Tên môn học, mô đun	Số Tín chỉ	Thời gian học tập (giờ)			
			Tổng số	Trong đó		
				Lý thuy ết	Thực hành/ thực tập/thí nghiệm /bài tập/thả o luận	Thi/ Kiểm tra

I	Các môn học chung					
MH1.C	Giáo dục Chính trị	4	75	41	29	5
MH2.C	Pháp luật	2	30	18	10	2
MH3.C	Giáo dục thể chất	2	60	5	51	4
MH4.C	Giáo dục quốc phòng - An ninh	4	75	36	35	4
MH5.C	Tin học	3	75	15	58	2
MH6.C	Tiếng anh	5	120	42	72	6
II	Các môn học, mô đun chuyên môn					
II. 1	Các môn học, mô đun kỹ thuật cơ sở					
MH7.COT	Kỹ năng mềm	2	30	9	20	1
MH8.COT	Điện kỹ thuật	2	30	12	16	2
MH9.COT	Điện tử cơ bản	2	30	12	16	2
MH10.COT	Cơ ứng dụng	2	45	32	11	2
MH11.COT	Vật liệu học	2	30	24	4	2
MH12.COT	Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật	2	30	24	4	2
MH13.COT	Vẽ kỹ thuật	2	45	12	31	2
MH14.COT	Công nghệ khí nén - thủy lực ứng dụng	2	45	28	15	2
MH15.COT	Nhiệt kỹ thuật	2	30	24	4	2
MH16.COT	An toàn lao động	2	30	24	4	2
MH17.COT	Tổ chức quản lý sản xuất	2	30	24	4	2
MĐ18.COT	Thực hành AUTOCAD	2	30	0	28	2
MĐ19.COT	Thực hành Nguội cơ bản	2	45	0	43	2
MĐ20.COT	Thực hành Hàn cơ bản	2	30	0	28	2
II.2	Các môn học, mô đun chuyên môn					
MĐ21.COT	Kỹ thuật chung về ô tô và công nghệ sửa chữa	3	75	28	45	2
MĐ22.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền và bộ phận cố định của động cơ 2	4	90	24	62	4
MĐ23.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống phân phối khí	3	75	24	47	4

MĐ24.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống bôi trơn và hệ thống làm mát	3	75	12	59	4
MĐ25.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống nhiên liệu động cơ xăng dùng bộ chế hòa khí	4	90	24	62	4
MĐ26.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống nhiên liệu động cơ diesel	4	90	24	62	4
MĐ27.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa trang bị điện ô tô 2	5	120	30	86	4
MĐ28.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống truyền lực	4	90	24	62	4
MĐ29.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống di chuyển	2	60	12	44	4
MĐ30.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống lái	2	60	12	46	2
MĐ31.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống phanh	2	60	12	46	2
MĐ32.COT	Chẩn đoán trạng thái kỹ thuật ô tô	3	75	28	45	2
MĐ33.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống phun xăng điện tử	3	75	24	49	2
MĐ34.COT	Thực tập tại cơ sở sản xuất 2	4	180	0	180	BC
II.3	Môn học, mô đun tự chọn(Đã chọn)					
MĐ35.COT	Kỹ thuật lái ô tô	2	60	16	42	2
MĐ36.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống phanh ABS	3	75	24	49	2
MĐ37.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống điều hòa không khí trên ô tô	4	100	30	66	4
MĐ38.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa hộp số tự động ô tô	3	75	24	47	4
MĐ39.COT	Bảo dưỡng và sửa chữa mô tô - xe máy	4	90	30	56	4
MĐ40.COT	Kiểm tra và sửa chữa PAN ô tô	3	70	24	42	4
	Tổng cộng	113	2600	808	1680	112

2. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

Số TT	Tên chương mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành Bài tập	Kiểm tra (LT hoặc TH)
I	Cơ học lý thuyết	16	12	4	0
II	Sức bền vật liệu	20	16	4	0
III	Chi tiết máy	9	4	3	2
	Tổng cộng	45	32	11	2

3. Nội dung chi tiết chương trình:

Chương 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT

Mã chương: MH09.TOT- 01

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 giãn 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.

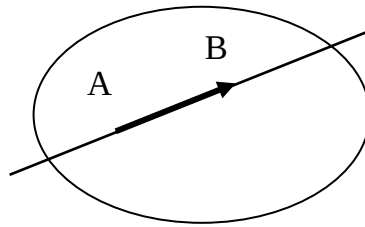
Đơn vị đo trị số của lực là *Niu ton*, ký hiệu: N

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 : $\vec{F}, \vec{Q}, \vec{P}, \vec{R}, \vec{S}$

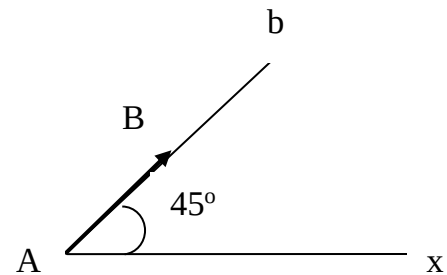
Ví dụ: Một lực $\vec{F}$ có trị số 150N hợp với phương nằm ngang một góc 45° về phía trên đường nằm ngang. Hãy biểu diễn lực đó theo tỷ lệ 5N trên độ dài 1 mm.

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.

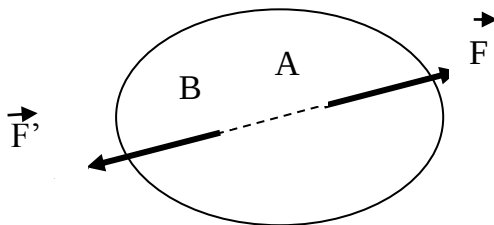
Đặt lên Ab một độ dài AB bằng 30mm. Véc tơ $\vec{AB}$ biểu diễn lực $\vec{F}$ cần tìm. (hình1.2)



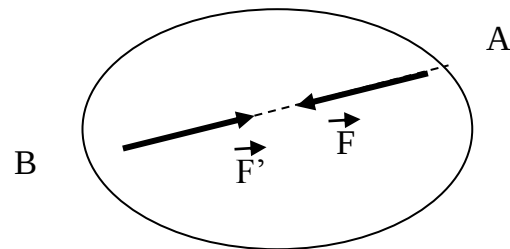
Hình 1.2

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

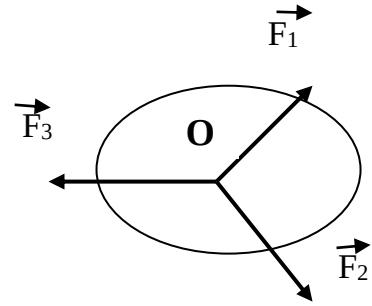
- Hệ lực: Tập hợp nhiều lực cùng tác dụng lên một vật rắn gọi là hệ lực, ký hiệu $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$

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



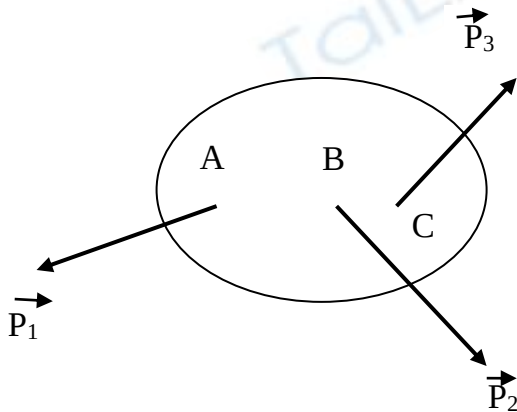
Hình 1.4

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

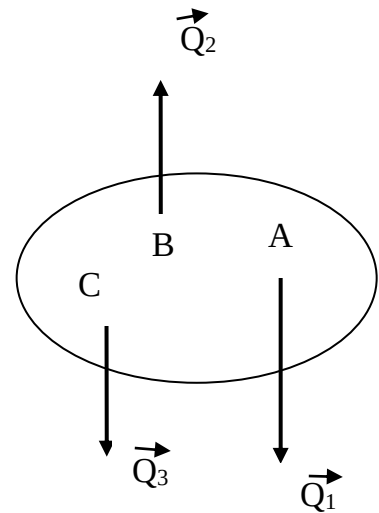
- Hệ lực cân bằng: Là hệ lực khi tác dụng vào vật rắn sẽ không làm thay đổi trạng thái cơ học của vật rắn (Nếu vật đang đứng yên thì đứng yên, nếu đang chuyển động thẳng đều thì chuyển động thẳng đều). Nói cách khác hệ lực cân bằng tương đương với 0.

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

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

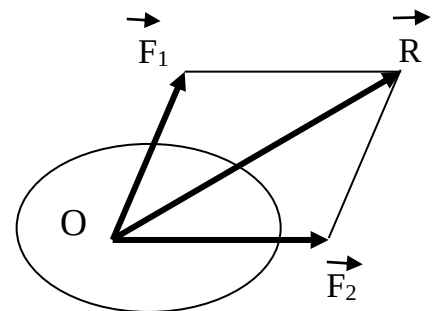
- Tiên đề 1 (Tiên đề về hai lực cân bằng)

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

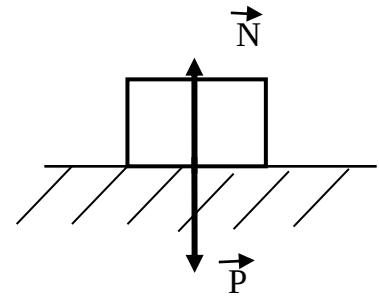
Hai lực đặt tại một điểm tương đương với một lực đặt tại điểm đó và được biểu diễn bằng véc tơ đường chéo hình bình hành mà hai cạnh là hai véc tơ biểu diễn hai lực đã cho (hình 1.7).

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

- 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

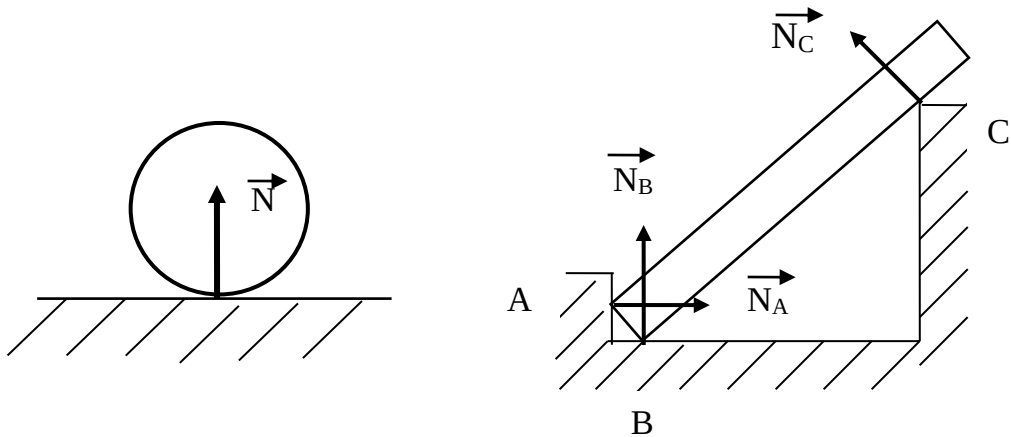
Do tác dụng tương hỗ, vật khảo sát tác dụng lên vật liên kết một lực gọi là lực tác dụng. Theo tiên đề tương tác, vật liên kết tác dụng trở lại vật khảo sát một lực gọi là phản lực liên kết.

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).



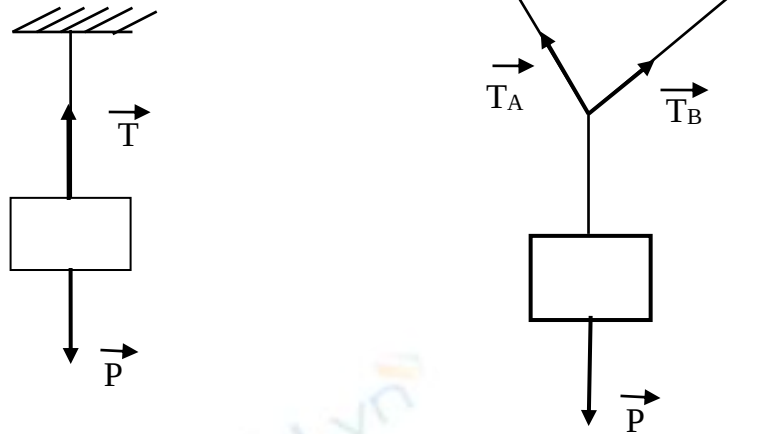
Hình 1.9

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

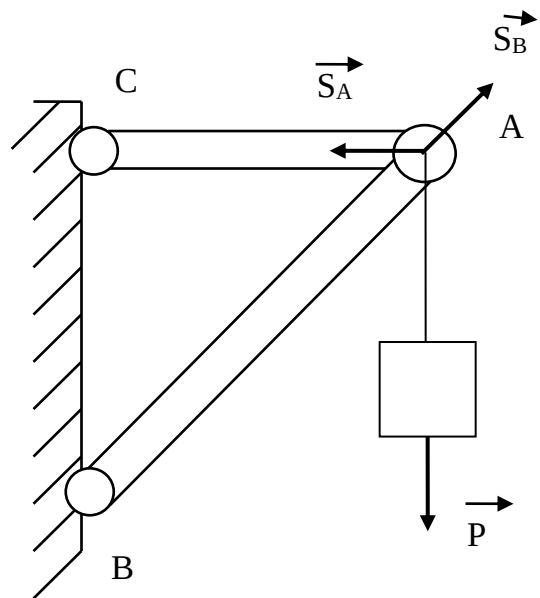
- Liên kết thanh

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

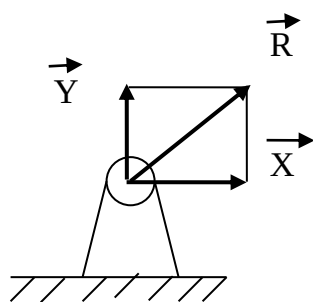
Phản lực có phương dọc theo thanh, ký hiệu $\vec{S}$

- Liên kết bản lề

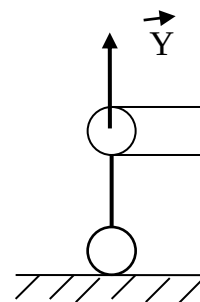
Bản lề cố định có thể cản trở vật khảo sát chuyển động theo hai phương: Phương nằm ngang và phương thẳng đứng, vì vậy phản lực có hai thành phần $\vec{X}$ và $\vec{Y}$. phản lực toàn phần $\vec{R}$ (hình 1-12 a).



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

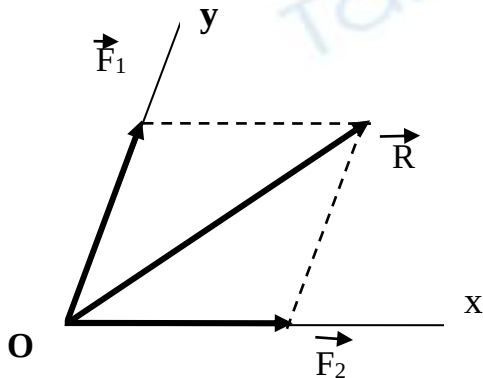
Ta được $\vec{OA} = \vec{F}_1$, $\vec{OB} = \vec{F}_2$ là các lực cần tìm.

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

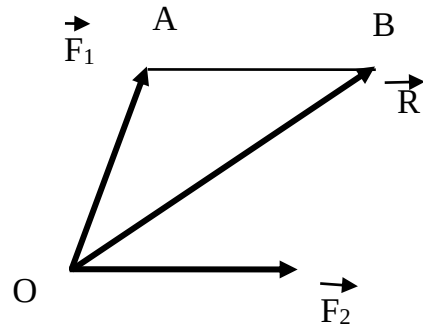
Giả sử biết hợp lực $\vec{R}$ và một thành phần $\vec{F}_1$ (hình 1.14), cần phân tích lực $\vec{R}$ thành hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$

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

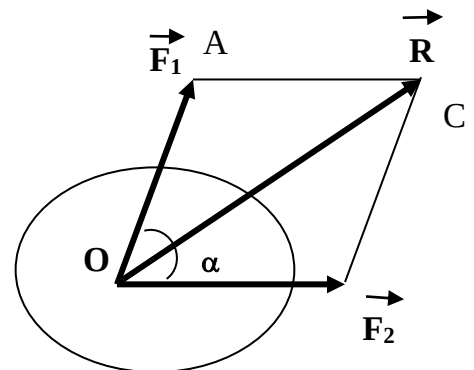
2.2.1- Hợp lực của hai lực đồng quy

- 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

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

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

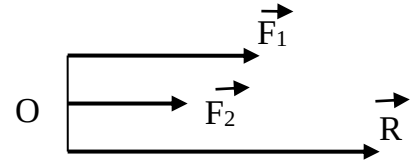
$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha$$

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

* Các trường hợp đặc biệt:

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

(hình 1.16) :



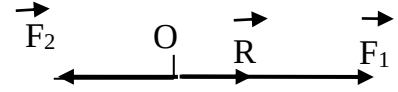
Hình 1.16

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

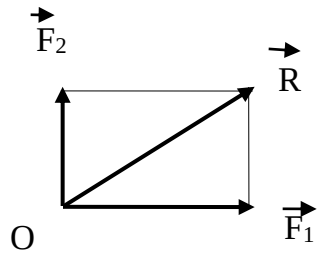
Góc $\alpha = 180^\circ$, $\cos \alpha = -1$

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

+ 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

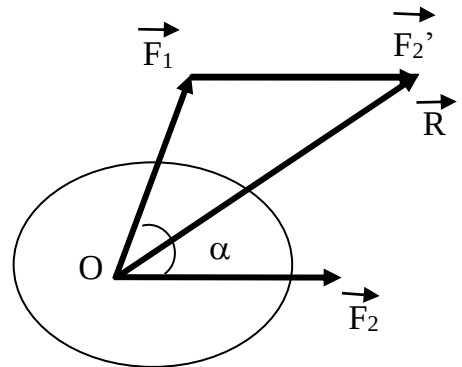
- Quy tắc tam giác lực.

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.

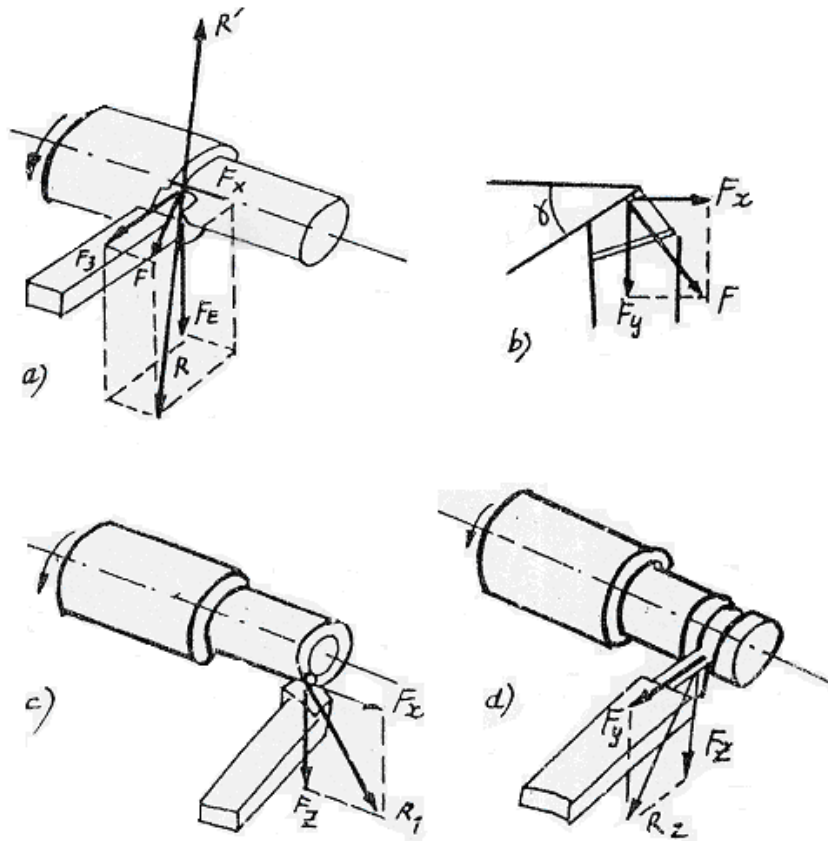
Phương, chiều và trị số của hợp lực $\vec{R}$ được xác định giống như quy tắc hình bình hành lực.



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 $R_1 = \sqrt{F_X^2 + F_Z^2}$

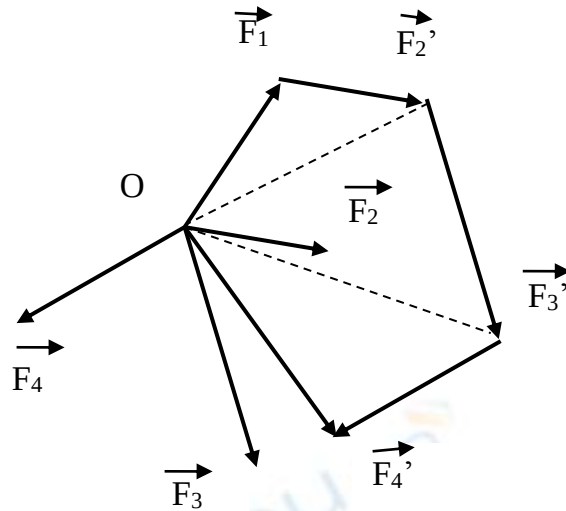
Trong quá trình tiện rãnh bằng dao cắt (Hình 1.21 d), $\varphi = 0^\circ$, khi đó $\vec{F}_X = 0$. Lực cắt sẽ là $\vec{R}_2 = \vec{F}_Y + \vec{F}_Z$ có trị số $R_2 = \sqrt{F_Y^2 + F_Z^2}$

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:

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

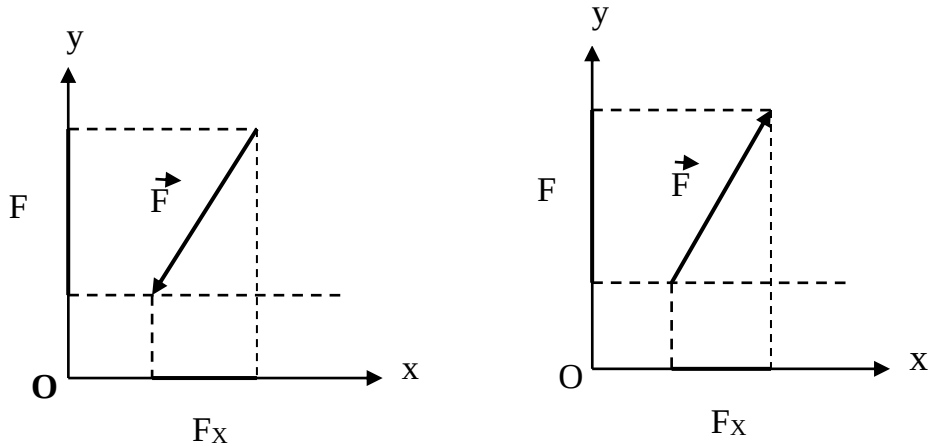
Hợp lực $\vec{R}$ có gốc trùng với gốc lực đầu, có mút trùng với mút của véc tơ đồng đẳng với lực cuối. Đường gãy khúc $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ gọi là đa giác lực.

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)

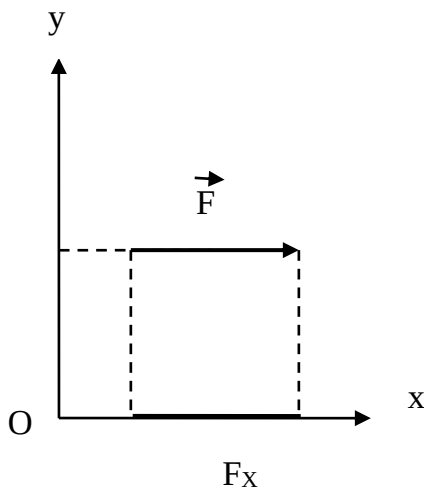
Trong hai công thức trên: α là góc nhọn hợp bởi đường tác dụng của $\vec{F}$ với trục x. Dấu của hình chiếu là + khi chiếu từ điểm chiếu của gốc đến điểm chiếu của mút cùng với chiều dương của trục. Dấu của hình chiếu là – trong trường hợp ngược lại.

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

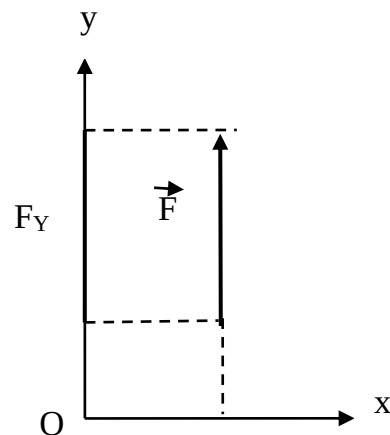
$$F_x = \pm F \text{ và } F_y = 0 \text{ (vì } \vec{F} \text{ vuông góc với trục y)}$$

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

$$F_x = 0 \text{ và } F_y = \pm F$$



Hình 1.23



Hình 1.24

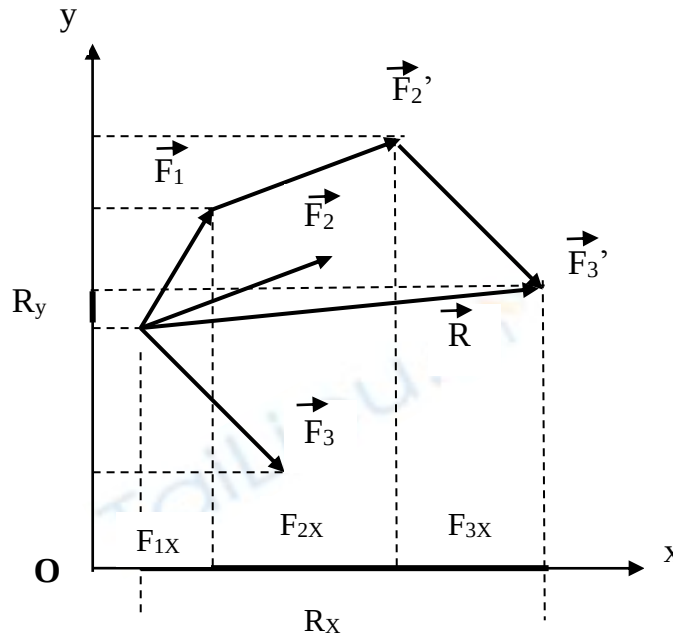
Chú ý: Khi biết các hình chiếu F_x và F_y của lực $\vec{F}$ lên các trục x và y, chúng ta hoàn toàn xác định được lực $\vec{F}$

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

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

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:

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

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:

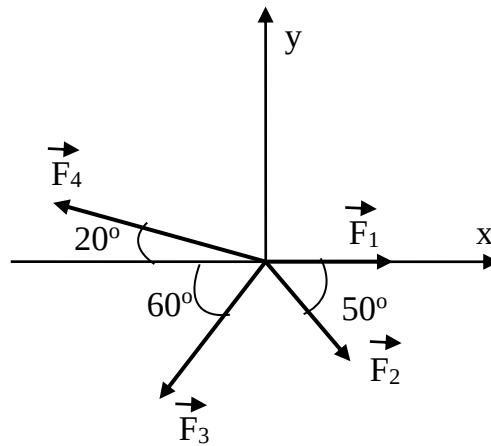
$$F_1 = F_2 = 100 \text{ N}, F_3 = 150 \text{ N}, F_4 = 200 \text{ N}$$

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:

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

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

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

$$= -1000,766 - 150 \cdot 0,866 + 200 \cdot 0,3420 = -138,1N$$

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:

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