

TỔNG CÔNG TY ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC



GIÁO TRÌNH

CƠ KỸ THUẬT

**NGÀNH/NGHỀ: QUẢN LÝ VẬN HÀNH, SỬA CHỮA ĐƯỜNG
DÂY VÀ TRẠM BIẾN ÁP CÓ ĐIỆN ÁP 110KV TRỞ XUỐNG**

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số /QĐ-NEPC ngày .../.../2020
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Điện lực miền Bắc)*

Hà Nội, năm 2020

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.

TaiLieu.vn

LỜI NÓI ĐẦU

Để nâng cao hoạt động dạy và học môn Cơ kỹ thuật, góp phần thực hiện mục tiêu giáo dục toàn diện cho học sinh, sinh viên. Tập thể giảng viên Khoa khoa học cơ bản tổ chức biên soạn giáo trình Cơ kỹ thuật với mục đích bổ sung những kiến thức cần thiết, có liên quan đến thực tiễn và phù hợp với trình độ người học. Giáo trình được biên soạn trên cơ sở tham khảo có chọn lọc các ý kiến đóng góp của các chuyên gia, các giáo viên tham gia giảng dạy môn Cơ kỹ thuật lâu năm phù hợp với điều kiện thực tế của trường Cao đẳng điện lực miền Bắc

Môn học Cơ kỹ thuật là một trong những môn học cơ sở. Cung cấp cho người học các kiến thức về cơ học lý thuyết, cơ học ứng dụng và chi tiết máy; nội dung giáo trình bao gồm 3 chương:

Chương 1: Cơ học lý thuyết.

Chương 2: Cơ học ứng dụng.

Chương 3: Chi tiết máy.

Trong quá trình biên soạn, các tác giả đã hết sức cố gắng để cuốn sách được hoàn chỉnh, song không thể tránh khỏi những hạn chế nhất định. Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, xây dựng và bổ sung của độc giả và các bạn đồng nghiệp để giáo trình ngày một hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

Tập thể giảng viên

KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Chương 1: Cơ học lý thuyết	
Bài 1: Những khái niệm cơ bản	6
Bài 2: Các tiên đề tĩnh học.....	8
Bài 3: Liên kết và phản lực liên kết.....	9
Bài 4: Hệ lực phẳng đồng quy.....	13
Bài 5: Hợp hệ lực phẳng song song.....	21
Bài 6: Mô men và ngẫu lực.....	27
Bài 7: Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng bất kỳ.....	33
Bài 8: Ma sát, trọng tâm.....	39
Chương 2: Cơ học ứng dụng	
Bài 9: Những khái niệm cơ bản.....	52
Bài 10: Kéo (nén) đúng tâm.....	55
Bài 11: Uốn phẳng.....	64
Bài 12: Trục chịu xoắn.....	71
Chương 3: Chi tiết máy	
Bài 13: Mối ghép bằng đinh tán.....	80
Bài 14: Mối ghép bằng hàn.....	84
Bài 15: Mối ghép bằng ren.....	87

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Cơ kỹ thuật

Mã môn học: MH 10

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT, Ý NGHĨA VÀ VAI TRÒ CỦA MÔN HỌC

- Vị trí của môn học: Môn học được bố trí vào học kỳ 1, năm học thứ nhất, cùng các môn học chung, trước các môn học, mô đun đào tạo chuyên môn nghề.

- Tính chất của môn học: Là môn học lý thuyết kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Cung cấp cho người học các kiến thức lý thuyết cơ bản về cơ học, sức bền vật liệu và chi tiết máy.

II. MỤC TIÊU CỦA MÔN HỌC:

Học xong môn học này, người học có khả năng:

- Về kiến thức : Trình bày được các khái niệm về lực, hệ lực tác dụng lên vật rắn cân bằng; thanh biến dạng và các lắp ghép cơ bản của chi tiết máy.

- Về kỹ năng: Giải được một số bài toán về điều kiện cân bằng của vật rắn và điều kiện bền cho thanh biến dạng như: kéo (nén) đúng tâm; uốn phẳng; xoắn.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm: Rèn luyện và phát triển khả năng tư duy logic.

III. NỘI DUNG CHƯƠNG TRÌNH

CHƯƠNG 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT

Giới thiệu:

Chương này nghiên cứu trạng thái tĩnh học của vật rắn. Nghiên cứu việc thay thế hệ lực đã cho bằng hệ lực tương đương với nó về mặt tác dụng cơ học lên vật thể, nghiên cứu về sự cân bằng của hệ lực tác dụng lên vật rắn.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

* **Kiến thức:** Trình bày được:

- Các khái niệm cơ bản của cơ học lý thuyết, các tiên đề tĩnh học.;

- Các liên kết và phản lực liên kết;

- Khái niệm, cách xác định hợp lực và phân tích lực của hệ lực phẳng đồng quy,

hệ lực phẳng song song và hệ lực bất kỳ;

- Khái niệm, công thức của ngẫu lực, mô men, các tính chất của ngẫu lực;
- Khái niệm và phân loại ma sát, công thức tính trọng tâm của vật rắn là tấm phẳng.

*** Kỹ năng:**

- Vẽ và ký hiệu được các hệ lực trong mặt phẳng tọa độ;
- Vận dụng các tiên đề tĩnh học cơ bản để giải quyết các bài toán về phân tích và tổng hợp lực;
- Tìm được phản lực của các liên kết cơ bản, giải phóng liên kết;
- Giải được các bài toán về hệ lực phẳng đồng quy, hệ lực phẳng song song, hệ lực phẳng bất kỳ;
- Tính được mô men của một lực đối với một điểm, mô men của ngẫu lực;
- Giải các bài toán về xác định trọng tâm của vật rắn.

*** Thái độ:** Rèn luyện tư duy logic.

Nội dung chính:

BÀI 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. Vật rắn tuyệt đối

Là vật mà khoảng cách giữa hai điểm bất kỳ thuộc vật không thay đổi.

1.2. Lực

a) Định nghĩa: Lực là một đại lượng biểu thị sự tương tác giữa các vật có kết quả làm biến đổi trạng thái động học của vật.

Theo hình thức tác dụng lực có hai loại:

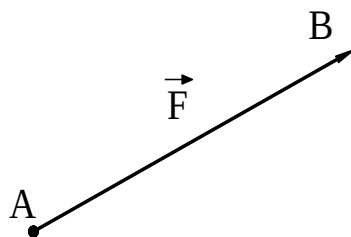
- + Lực tác dụng trực tiếp: phản lực, lực va chạm.
- + Lực tác dụng gián tiếp: lực hấp dẫn, lực điện từ...

b) Biểu diễn lực: Đặc trưng cho mỗi lực có ba yếu tố là: điểm đặt lực, phương chiều tác dụng và trị số lực (tính bằng Niuton N).

Biểu diễn lực bằng véc tơ (hình1-1): Ký hiệu $\vec{AB}$

Để đơn giản ta kí hiệu lực là một chữ in hoa như: F, N, P, Q.

Đơn vị lực: Niuton; ký hiệu: N cùng các bội số Kilo Niuton (kN), $1\text{kN} = 10^3 \text{ N}$; Mega Niuton (MN), $1\text{MN} = 10^6 \text{ N}$.



Hình 1-1

1.3. Hệ lực

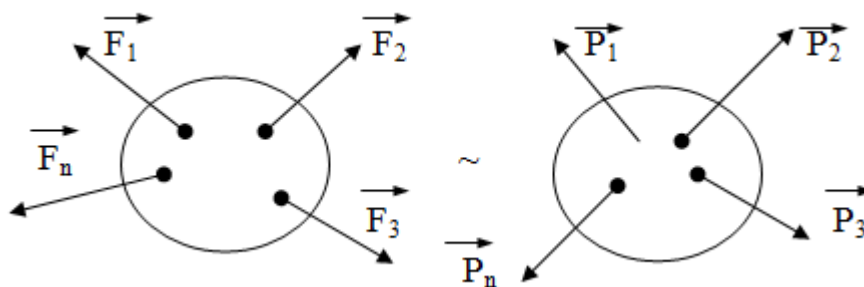
a) Hai lực trực đối: Là hai lực cùng phương, cùng trị số nhưng ngược chiều nhau.

Hai lực trực đối $\vec{F}$ và $\vec{F}'$ ký hiệu là $\vec{F} = -\vec{F}'$

b) Hệ lực: Là tập hợp các lực cùng tác dụng vào một vật. Ký hiệu: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$.

c) Hệ lực tương đương: Hai hệ lực tương đương khi chúng có cùng tác dụng cơ học.

Ký hiệu: $\varphi(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \sim \varphi(\vec{P}_1, \vec{P}_2, \dots, \vec{P}_n)$.



Hình 1-2

d) Hệ lực cân bằng: Là hệ lực khi tác dụng vào vật, không làm thay đổi trạng thái của vật. Giả sử có hệ lực cân bằng ta ký hiệu: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \sim 0$.

e) Hợp lực: Là một lực tương đương với tác dụng của cả hệ lực.

Ký hiệu: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$

g) Trạng thái cân bằng: Một vật ở trạng thái cân bằng nếu vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Vật ở trạng thái cân bằng là vật đang chịu tác dụng của hệ lực cân bằng.

BÀI 2. CÁC TIÊN ĐỀ TÍNH HỌC

2.1. Tiên đề 1 (hai lực cân bằng)

Điều kiện cần và đủ để hai lực tác dụng lên cùng một vật rắn được cân bằng là chúng phải trực đối nhau.



Hình 1-3

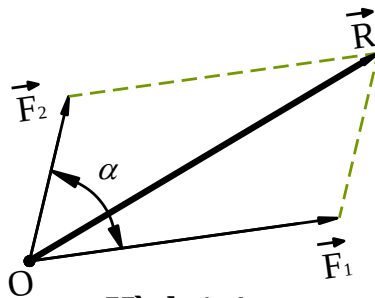
2.2. Tiên đề 2 (thêm, bớt hai lực cân bằng)

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

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

2.3. Tiên đề 3 (hình bình hành lực)

Hai lực đặt tại một điểm tương đương với một lực đặt tại điểm đó, được biểu diễn bằng đường chéo hình bình hành mà hai cạnh là hai lực đã cho (hình 1.4).



Hình 1-4

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

Lực tác dụng và phản lực tác dụng giữa hai vật có cùng cường độ, cùng đường tác dụng và có chiều ngược nhau (Hình 1-5).

Chú ý rằng lực tác dụng và phản lực tác dụng không phải là hai lực cân bằng vì chúng không tác dụng lên cùng một vật.

Nguyên lý lực tác dụng và phản lực tác dụng đúng cho mọi hệ quy chiếu (quán tính và không quán tính) và là cơ sở cho việc mở rộng các kết quả đã khảo sát đối với một vật cho vật khác trong bài toán hệ vật.



Hình 1-5

BÀI 3. LIÊN KẾT VÀ PHẢN LỰC LIÊN KẾT

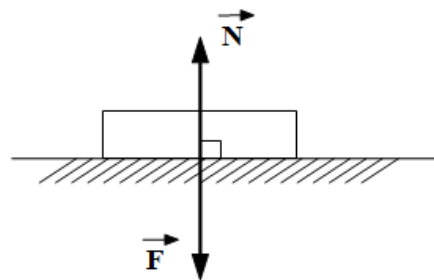
3.1. Liên kết

Vật rắn gọi là tự do khi nó có thể thực hiện chuyển động 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 được gọi là liên kết.

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

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

Ví dụ: Quyển sách đặt trên mặt bàn, quyển sách tác dụng lên mặt bàn nằm ngang lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống và có trị số đúng bằng trọng lượng quyển sách. Ngược lại, phản lực liên kết của bàn tác dụng lên quyển sách là $\vec{N}$ cùng phương, ngược chiều với $\vec{P}$ (Hình 1-6).



Hình 1-6

3.2. Phản lực liên kết

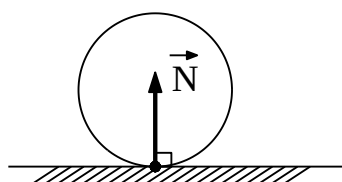
Do tác dụng tương hỗ, vật khảo sát tác dụng lên vật gây liên kết một lực, gọi là lực tác dụng. Ngược lại, theo tiên đề 4, vật gây liên kết cũng tác dụng lên vật khảo sát một lực, lực đó gọi là phản lực liên kết (gọi tắt là phản lực). Ở ví dụ trên (hình 1.6) $\vec{P}$ là lực tác dụng, $\vec{N}$ là phản lực.

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

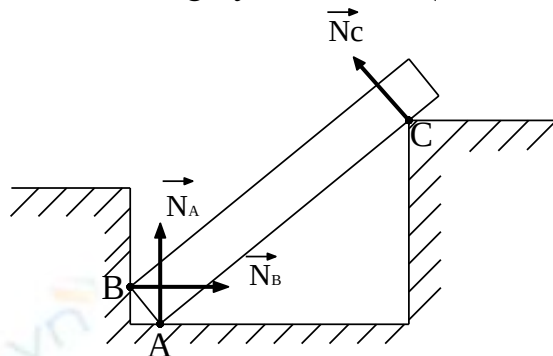
3.3. Các liên kết cơ bản

a) Liên kết tựa (không ma sát)

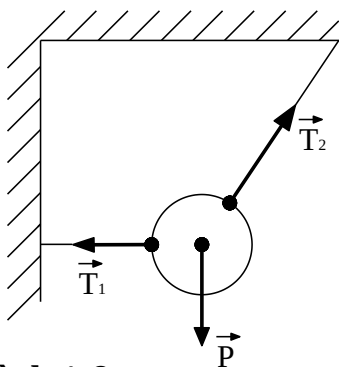
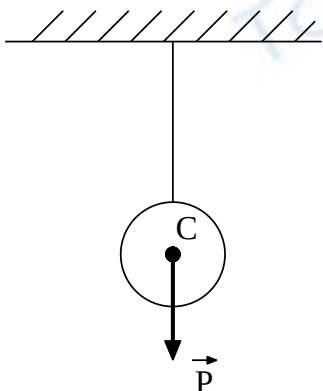
Là liên kết cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung giữa vật khảo sát và vật gây liên kết. Phản lực có phương vuông góc với mặt tiếp chung, có chiều đi về phía vật khảo sát, thường ký hiệu là $\vec{N}$ (hình 1-7), ở phần này ta chưa khảo sát trị số.



Hình 1-7



b) Liên kết dây mềm: Là liên kết cản trở vật khảo sát theo phương của dây (hình 1-8).

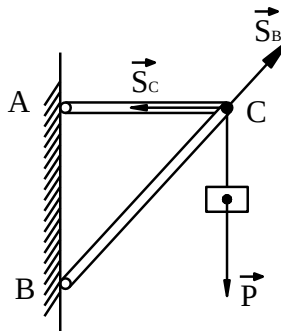
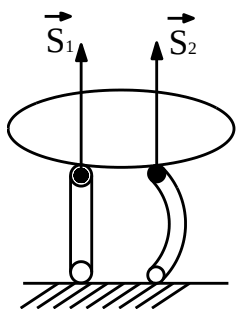


Hình 1-8

Phản lực liên kết dây có phương trùng với phương của dây, hướng từ vật khảo sát đi ra thường ký hiệu là $\vec{T}$, ở đây chưa xác định trị số.

c) Liên kết thanh

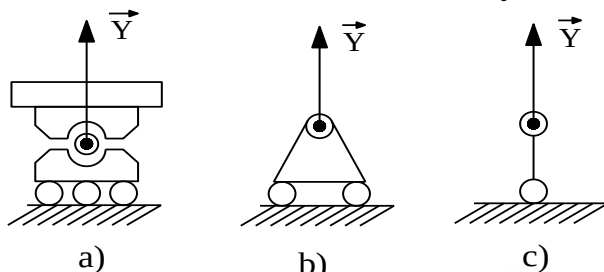
Liên kết thanh cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương của thanh. Phản lực ký hiệu là $\vec{S}$, có phương dọc theo thanh, ngược chiều với xu hướng chuyển động của vật khảo sát khi bỏ liên kết (Hình 1-9).



Hình 1-9

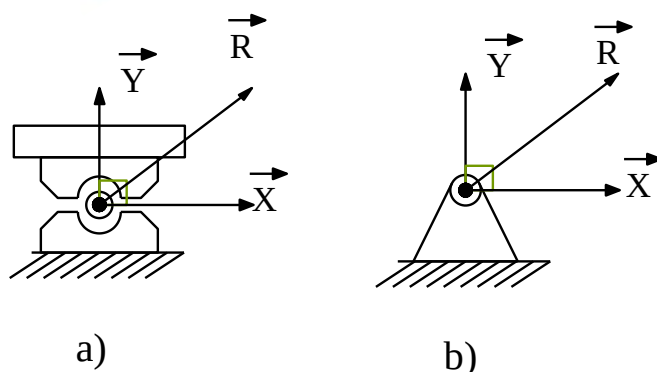
d) Liên kết bản lề

* Gối đỡ bản lề di động: hình 1-10a biểu diễn gối đỡ bản lề di động, hình 1-10b và 1-10c là sơ đồ của gối đỡ bản lề di động. Phản lực gối đỡ bản lề di động có phương giống như liên kết tựa, đặt ở tâm bản lề, ký hiệu là $\vec{Y}$.



Hình 1-10

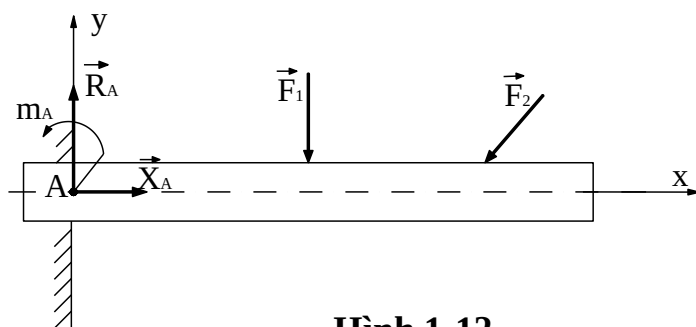
* Gối đỡ bản lề cố định: hình 1-11a biểu diễn gối đỡ bản lề cố định, hình 1-11b là sơ đồ của gối đỡ bản lề cố định. Bản lề cố định cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng. Vì vậy, phản lực có hai thành phần $\vec{X}$ và $\vec{Y}$ phản lực toàn phần là $\vec{R} = \vec{X} + \vec{Y}$.



Hình 1-11

e) Liên kết ngàm

Là liên kết khi vật được nối cứng vào một vật khác (ví dụ trường hợp hai vật được hàn cứng vào nhau). Trong trường hợp ngàm phẳng (hệ lực khảo sát là hệ lực phẳng), phản lực liên kết gồm hai lực thẳng góc với nhau và một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng chứa hai thành phần lực và cũng là mặt phẳng tác dụng của hệ lực (hình 1-12).



Hình 1-12

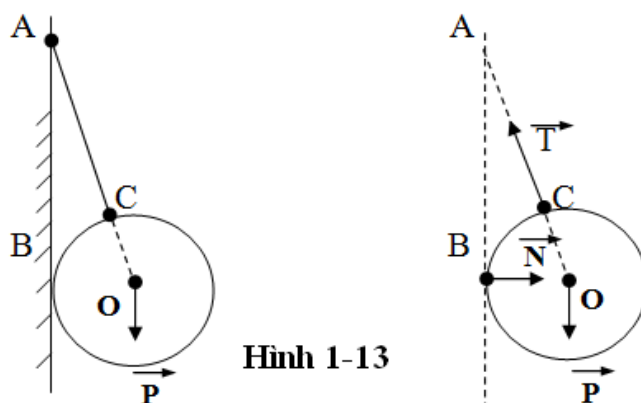
3.4. Giải phóng liên kết

Các lực tác dụng lên vật rắn gồm các lực đã cho và phản lực liên kết. Để khảo sát cân bằng của vật rắn ta cần tách riêng vật đó ra khỏi các vật xung quanh rồi đặt các lực đã cho và các phản lực liên kết lên vật thay thế cho các liên kết đã bỏ đi. Việc bỏ các liên kết và thay bằng các phản lực liên kết tương ứng gọi là giải phóng liên kết.

Khi đó ta có thể xem vật chịu liên kết cân bằng là vật rắn tự do cân bằng dưới tác dụng của các lực đã cho và phản lực liên kết. Vấn đề tính các phản lực liên kết là nội dung rất quan trọng của phần tĩnh học, sẽ được nghiên cứu ở các chương sau.

Ví dụ: Quả cầu đồng chất có trọng lượng $\vec{P}$ được treo bằng dây AC và tựa vào tường nhẵn ở B (hình 1-13) xác định hệ lực tác dụng lên quả cầu.

Giải: Lực đã cho tác dụng lên quả cầu chỉ có trọng lực $\vec{P}$, vì quả cầu đồng chất nên $\vec{P}$ đặt tại O và có hướng thẳng đứng xuống dưới. Khi giải phóng liên kết ta bỏ dây AC và mặt tựa và thay thế bằng sức căng $\vec{T}$ và phản lực $\vec{N}$. Ta có thể xem quả cầu là vật rắn tự do cân bằng dưới tác dụng của các lực $\vec{P}$, $\vec{T}$, $\vec{N}$. Các lực này có đường tác dụng đồng quy O. Sau này để đơn giản ta vẽ phản lực liên kết trực tiếp vào hình vẽ mà không cần vẽ tách ra.



Hình 1-13

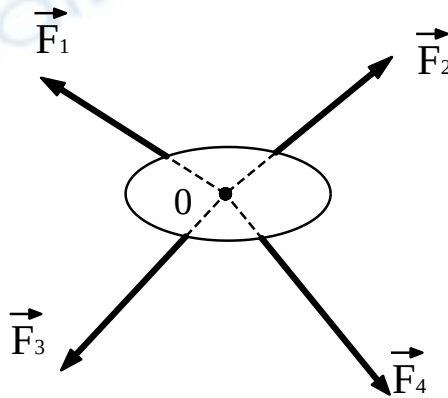
CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Lực là gì? Cách biểu diễn lực?
2. Thế nào là hệ lực, hệ lực cân bằng, hệ lực tương đương?
3. Thế nào là liên kết, phản lực liên kết có mấy liên kết cơ bản? Nêu cách xác định phản lực liên kết của những liên kết đó?
4. Thế nào là giải phóng liên kết? Khi giải phóng liên kết ta phải làm những gì?

BÀI 4. HỆ LỰC PHẪNG ĐỒNG QUY

4.1. Định nghĩa

Hệ lực phẳng đồng quy là hệ lực có đường tác dụng của các lực nằm trên cùng một mặt phẳng và cắt nhau tại một điểm (hình 1-14).



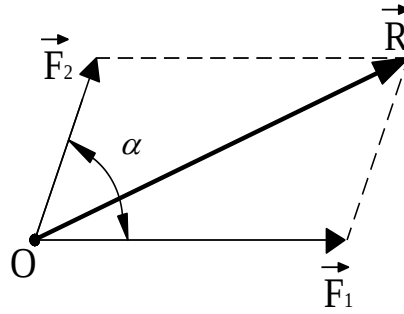
Hình 1-14

4.2. Hợp hai lực đồng quy

4.2.1. Quy tắc hình bình hành lực

Giả sử có hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ đồng quy tại O, phương của hai lực hợp với nhau một góc α . Theo tiên đề 3, hợp lực $\vec{R}$ là đường chéo của hình bình hành (hình 1-15):

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



Hình 1-15

Để xác định hợp lực $\vec{R}$, ta phải xác định trị số, phương và chiều của nó.

$$\text{Trị số } R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

Phương: Nếu phương của $\vec{R}$ hợp với phương của $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ một góc tương ứng là α_1 , α_2 thì:

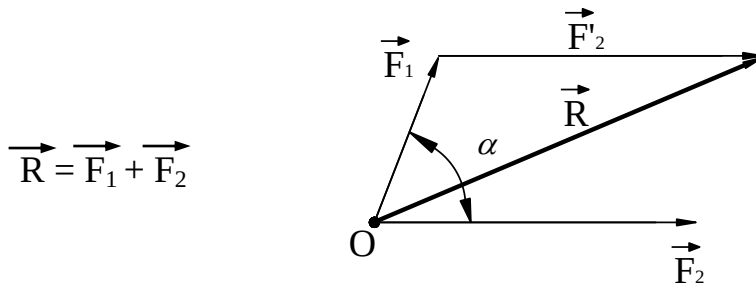
$$\sin \alpha_1 = \frac{F_1}{R} \sin \alpha \quad ; \quad \sin \alpha_2 = \frac{F_2}{R} \sin \alpha$$

Tra bảng số ta xác định được trị số của các góc α_1 và α_2 - Tức là xác định phương của $\vec{R}$.

Chiều của $\vec{R}$ là chiều từ điểm đồng quy tới góc đối diện trên hình bình hành.

4.2.2. Quy tắc tam giác lực

Ta có thể xác định hợp lực $\vec{R}$ bằng cách: Từ mút của lực $\vec{F}_1$, đặt lực $\vec{F}_2'$ song song và cùng trị số với $\vec{F}_2$, rõ ràng hợp lực $\vec{R}$ có gốc tại O và có mút trùng với mút của $\vec{F}_2'$ (hình 1-16).



Hình 1-16

Ta nói hợp lực $\vec{R}$ khép kín tam giác lực bởi các lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$.

4.3. Hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy

4.3.1. Phương pháp đa giác lực

Giả sử cho hệ lực $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4)$ đồng quy tại O. Muốn tìm hợp lực của hệ, trước hết ta hợp hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ theo quy tắc tam giác lực, ta được:

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

Tiếp tục, ta hợp hai lực $\vec{R}_1$ và $\vec{R}_3$ bằng cách tương tự, ta được:

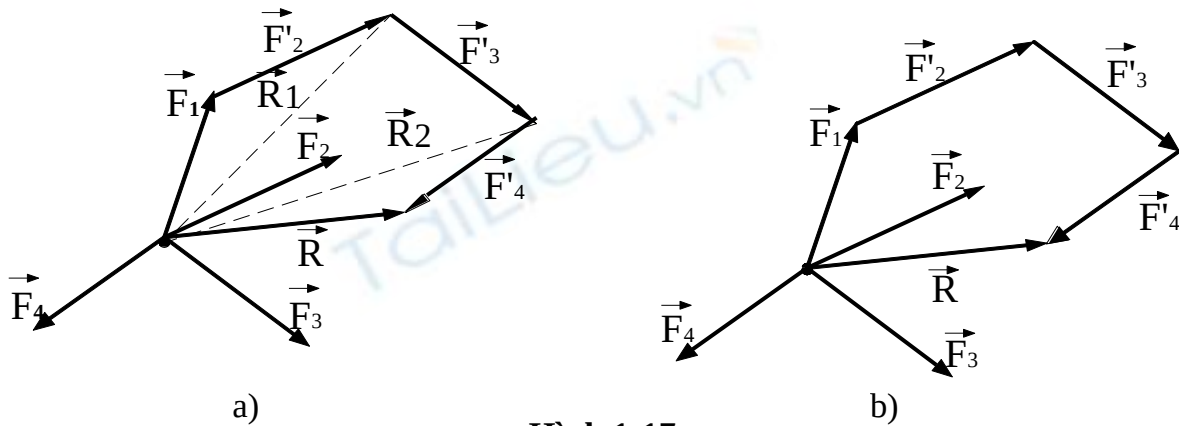
$$\vec{R}_2 = \vec{R}_1 + \vec{R}_3 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

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

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

$\vec{R}$ là hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy đã cho (hình 1-17a).

Từ cách làm trên ta có nhận xét, khi đi tìm hợp lực $\vec{R}_1, \vec{R}_2, \dots$ thấy xuất hiện đường gấp khúc hình thành bởi các vectơ $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$. Vectơ $\vec{R}$ đóng kín đường gấp khúc thành đa giác. Từ đó ta rút ra phương pháp tổng quát sau:



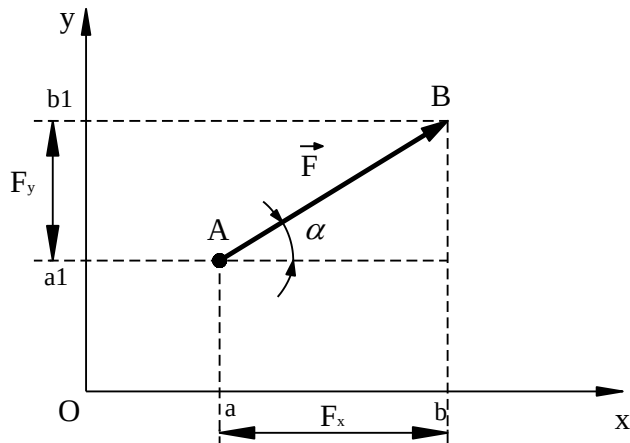
Hình 1-17

Phương pháp: Muốn tìm hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy, từ điểm đồng qui ta đặt liên tiếp các lực tạo thành một đường gấp khúc trong đó mỗi cạnh của đường gấp khúc biểu diễn một lực song song, cùng chiều và cùng trị số với một lực trong hệ. Lực $\vec{R}$ đặt tại điểm đồng quy đóng kín đường gấp khúc thành đa giác chính là hợp lực của hệ lực đã cho (hình 1-17b).

4.3.2. Phương pháp hình chiếu

a) Hình chiếu của lực

Giả sử cho lực $\vec{F} = \vec{AB}$ trong hệ lực vuông góc xOy , phương của lực hợp với trục Ox một góc nhọn α . Từ điểm đặt và đầu mút của vectơ lực ta hạ các đường vuông góc xuống hai trục Ox và Oy (hình 1-18).



Hình 1-18

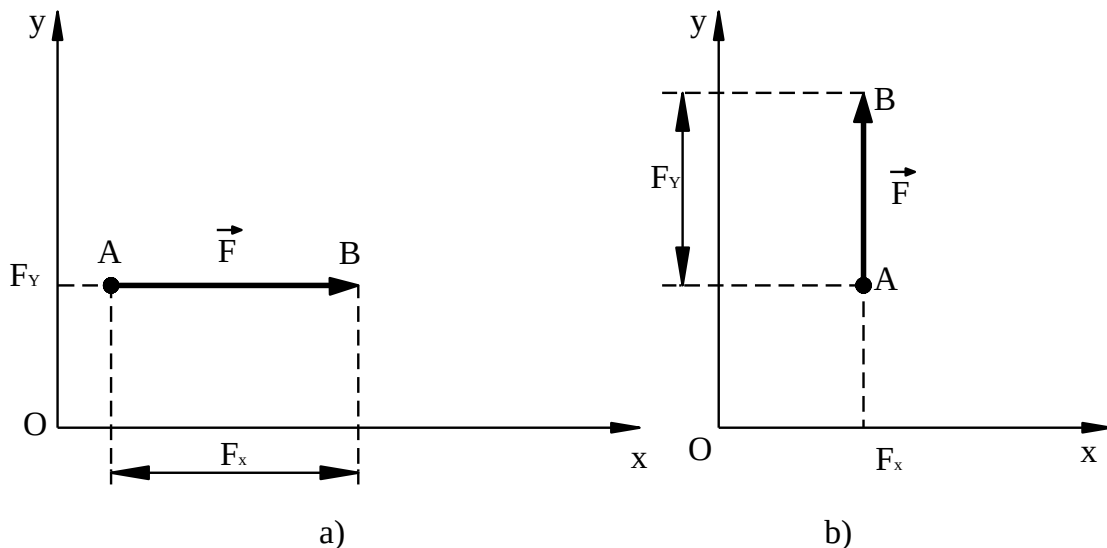
Độ dài đại số của đoạn ab , gọi là hình chiếu của lực $\vec{F}$ trên trục Ox , kí hiệu là F_x .

Độ dài đại số của đoạn a_1b_1 , gọi là hình chiếu của lực $\vec{F}$ lên trục Oy , kí hiệu là F_y

$$\left. \begin{array}{l} F_x = \pm F \cdot \cos \alpha \\ F_y = \pm F \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Dấu hình chiếu là (+) khi chiếu từ điểm chiếu gốc đến điểm chiếu mút cùng với chiều dương của trục, dấu hình chiếu là (-) trong trường hợp ngược lại.

Đặc biệt, nếu lực $\vec{F}$ song song với trục:



Hình 1-19

- Khi lực F song song với Ox (hình 1-19a) $F_x = \pm F$; $F_y = 0$
- Khi lực F song song với Oy (hình 1-19b) $F_y = \pm F$; $F_x = 0$

b) Xác định lực khi biết hình chiếu

Giả sử đã biết hình chiếu lực $\vec{F}$ là F_x, F_y , khi đó hoàn toàn xác định được lực.

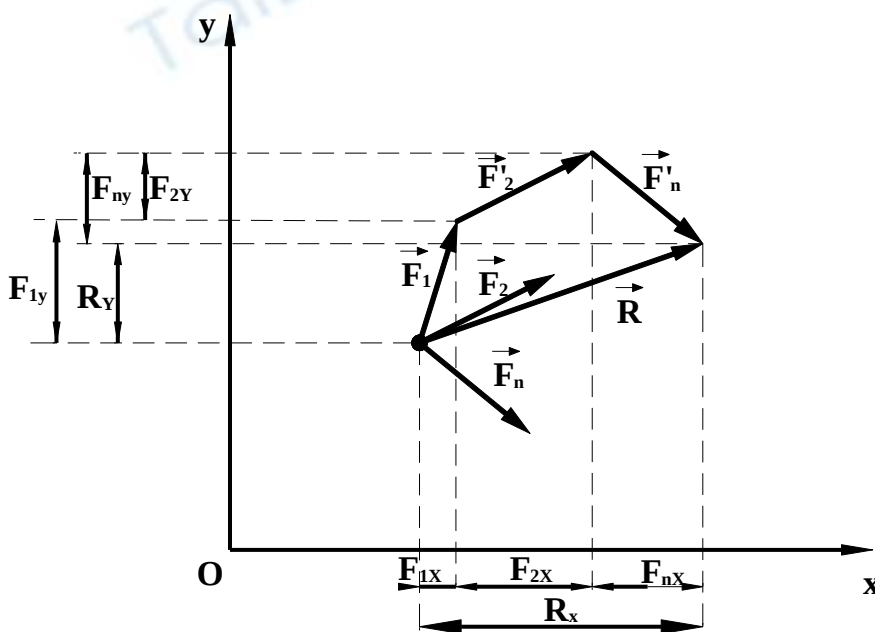
- Về trị số : $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

- Về phương chiều: xác định góc α hợp giữa $\vec{F}$ và trục Ox, ta có $\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_y}{F_x}$.

- Tra bảng số để tìm góc α khi biết trị số hàm tang của góc.

c) Hình chiếu của hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy

Giả sử cho hệ lực $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$ có hợp lực $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$, đã xác định được bằng phương pháp đa giác. Đặt hệ lực vào hệ trục vuông góc xOy, ta có hình chiếu của các lực trong hệ trục là $(F_{1x}, F_{2x}, \dots, F_{nx})$; $(F_{1y}, F_{2y}, \dots, F_{ny})$; hình chiếu hợp lực là R_x, R_y (hình 1-20)



Hình 1-20

Ta nhận thấy: “Hình chiếu của vectơ tổng bằng tổng hình chiếu của vectơ thành phần”.

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} = \sum_{i=1}^n F_{ix}$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} = \sum_{i=1}^n F_{iy}$$

Phương pháp:

Khi tìm hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy ta làm như sau:

Đặt hệ lực trong một hệ trục tọa độ vuông góc xOy.

Xác định hình chiếu của các lực trong hệ.

Tính hình chiếu của hợp lực theo công thức:

$$\begin{cases} R_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} = \sum_{i=1}^n F_{ix} \\ R_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} = \sum_{i=1}^n F_{iy} \end{cases}$$

Xác định $\vec{R}$ từ các hình chiếu R_x, R_y .

$$+ \text{Trị số : } R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n F_{ix}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n F_{iy}\right)^2}$$

+ Phương: gọi góc hợp giữa $\vec{R}$ và trục Ox là α , ta có $\tan \alpha = \frac{R_y}{R_x}$

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

Một hệ lực phẳng đồng quy có một hợp lực, như vậy điều kiện cần và đủ để một hệ lực phẳng đồng quy cân bằng là hợp lực của hệ bằng 0. Để hợp lực của hệ bằng 0 ta có các điều kiện sau.

4.4.1. Điều kiện hình học

Điều kiện cần và đủ để một hệ lực phẳng đồng quy cân bằng là đa giác lực của hệ phải tự đóng kín.

4.4.2. Điều kiện giải tích

Theo phương pháp tìm hợp lực bằng hình chiếu thì:

$$R = 0 \Leftrightarrow R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n F_{ix}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n F_{iy}\right)^2} = 0$$

Vì trong căn thức là hai số dương nên điều kiện sẽ tương đương với:

$$\Leftrightarrow \begin{cases} R_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} = \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0 \\ R_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} = \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0 \\ \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0 \end{cases}$$

Điều kiện:

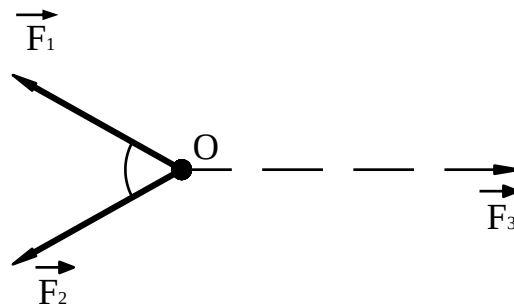
Điều kiện cần và đủ để một hệ lực phẳng đồng quy cân bằng là tổng đại số hình chiếu của các lực lên hai trục tọa độ vuông góc đều bằng 0.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cách tìm hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy theo phương pháp hình học? Phát biểu điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy theo phương pháp hình học?
2. Trình bày cách tìm hình chiếu của một lực trong hệ trục tọa độ vuông góc?
3. Trình bày phương pháp hình chiếu tìm hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy? Phát biểu điều kiện cân bằng của hệ theo phương pháp hình chiếu?

BÀI TẬP

1. Cho lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ đồng quy tại O với $F_1 = F_2$, $\alpha = 120^\circ$ (hình 1-21). Hỏi phải đặt vào điểm O một lực F_3 như thế nào để hệ lực $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3)$ cân bằng.

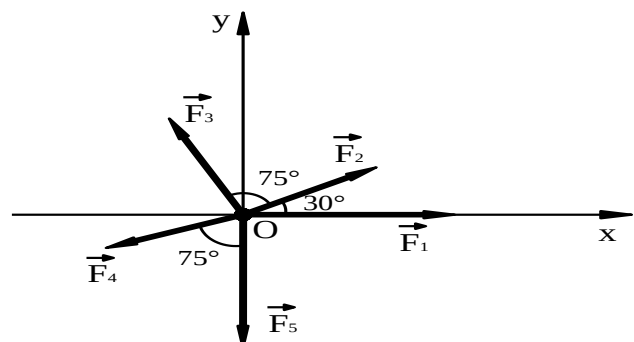


Hình 1-21

ĐS: $\vec{F}_3$ nằm trên đường phân giác ngoài của α và có giá trị số $F_3 = F_2 = F_1$.

2. Một quả bóng bay có trọng lượng $P = 20\text{N}$, chịu lực đẩy của không khí lên phía trên là 50N và lực thổi của gió theo phương nằm ngang là 40N . Tìm hợp lực?

ĐS: $R = 50\text{N}$



Hình 1-22

3. Một vật rắn chịu tác dụng của 5 lực đồng quy $F_1 = 200\text{N}$, $F_2 = 150\text{N}$, $F_3 = 100\text{N}$, $F_4 = 80\text{N}$, $F_5 = 120\text{N}$. Xác định hợp lực $\vec{R}$ của hệ.

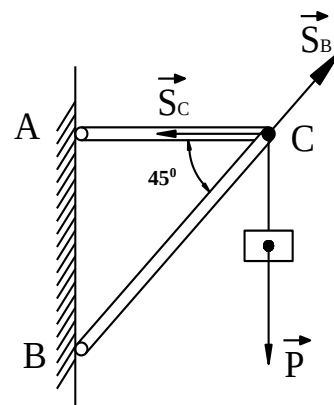
ĐS: $R = 229\text{ N}$; $(\vec{R}, O\vec{x}) = 7^\circ 45'$

4. Giá ABC dùng để treo vật nặng trọng lượng $P = 1000\text{N}$, các góc cho trên hình vẽ. Xác định phản lực của thanh BC và AC (hình 1-23).

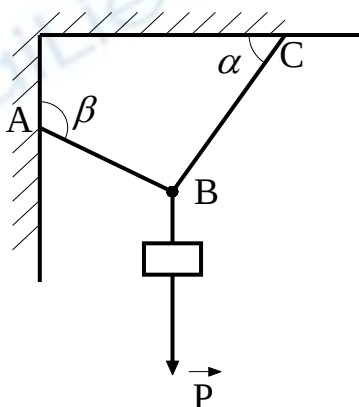
ĐS: $S_B = 1000\sqrt{2}\text{ N}$; $S_C = 1000\text{ N}$.

5. Một vật có khối lượng $m = 20\text{kg}$ được treo vào nút B của 2 sợi dây AB và BC (hình 1-24). Tính phản lực của 2 sợi dây đó, biết $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 135^\circ$.

Đs: $T_A = 104\text{N}$; $T_C = 147\text{N}$.



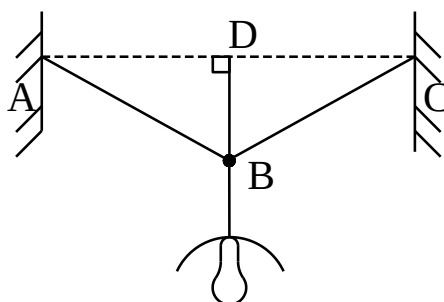
Hình 1-23



Hình 1-24

6. Một bóng đèn có trọng lượng 80N được gắn vào điểm giữa B của dây cáp ABC (hình 1-25). Hai đầu dây cáp gắn vào móc A và C trên mặt phẳng nằm ngang. Độ dài dây ABC là 16m , độ lệch của điểm treo đèn với mặt ngang là $BD = 0,1\text{m}$. Xác định lực kéo T_A và T_C lên các phần tử AB và BC của dây.

ĐS: $T_A = T_C = 320\text{N}$.



Hình 1-25