

HỌC PHẦN CƠ HỌC XÂY DỰNG

PHẦN 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU

CHƯƠNG 3: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ SỨC BỀN VẬT LIỆU

Chương 3. Những khái niệm cơ bản

1.1. Nhiệm vụ nghiên cứu của SBVL:

Sức bền vật liệu là môn học kỹ thuật cơ sở, nghiên cứu tính chất chịu lực của vật liệu để đề ra các phương pháp tính về độ bền, độ cứng và ổn định của các cấu kiện hay bộ phận công trình (gọi chung là vật thể) chịu các tác động khác nhau như tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ và chế tạo không chính xác, . . . nhằm thỏa mãn hai yêu cầu an toàn và tiết kiệm vật liệu.

Chương 3. Những khái niệm cơ bản

1.1. Nhiệm vụ nghiên cứu của SBVL:

1.1.1. Nhiệm vụ nghiên cứu của SBVL:

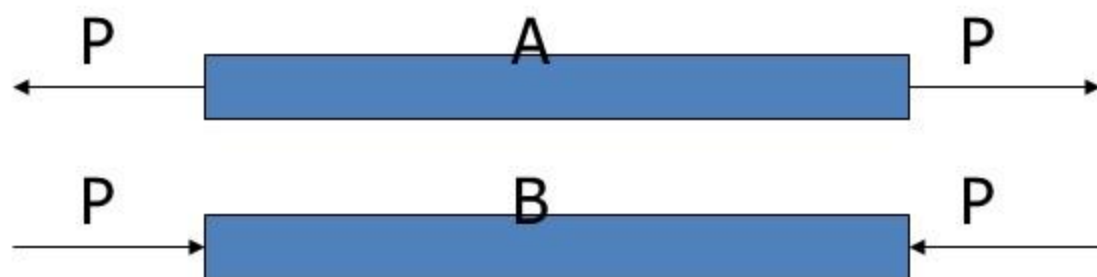
Nghiên cứu phương pháp tính toán về:

- Độ bền
- Độ cứng
- Ổn định

**Của chi tiết máy và công trình dưới tác động
của ngoại lực, nhiệt độ....**

1.1.2. Đối tượng nghiên cứu

Vật rắn biến dạng: Là vật rắn bị thay đổi hình dạng và kích thước khi chịu lực.



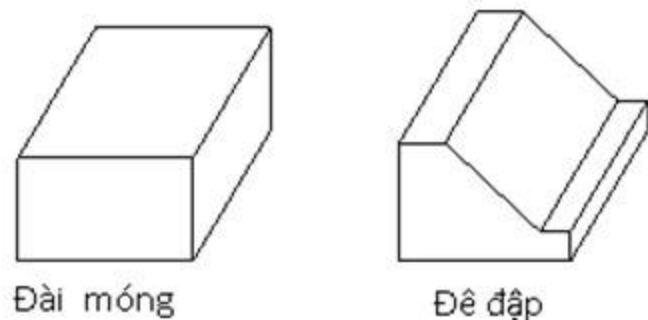
Cơ học lý thuyết: Khảo sát sự cân bằng và chuyển động của vật rắn tuyệt đối.

Sức bền vật liệu: Khảo sát vật rắn bị biến dạng được sử dụng trong kỹ thuật.

* Chia ra thành 3 loại cơ bản sau:

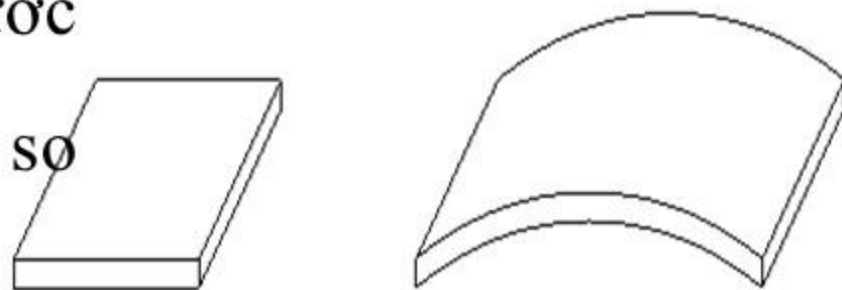
1.1.2. Đối tượng nghiên cứu

1. Vật thể khối: Có kích thước theo ba phương tương đối so với nhau.



Hình 1.1: Vật thể dạng khối

2. Vật thể tấm (vỏ): Có kích thước theo hai phương lớn hơn nhiều so với phương còn lại.



Hình 1.2: Vật thể dạng tấm, vỏ

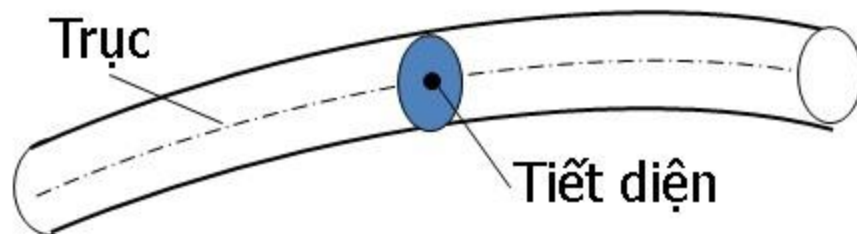
3. Vật thể thanh: Có kích thước theo một phương lớn hơn rất nhiều so với phương còn lại.



Hình 1.3: Trục thanh và mặt cắt ngang

THANH

1. Định nghĩa:



- * Một hình phẳng chuyển động trong không gian sao cho:
 - + Tâm của nó chạy trên một đường cố định (gọi là trục thanh)
 - + Mặt phẳng chứa hình phẳng luôn luôn vuông góc với trục thanh
- * Đường bao của nó tạo thành một thanh

2. Phân loại:

Theo trục thanh:

- + Thanh thẳng
- + Thanh cong: Cong phẳng, cong không gian
- + Khung: Khung phẳng, khung không gian

Theo tiết diện:

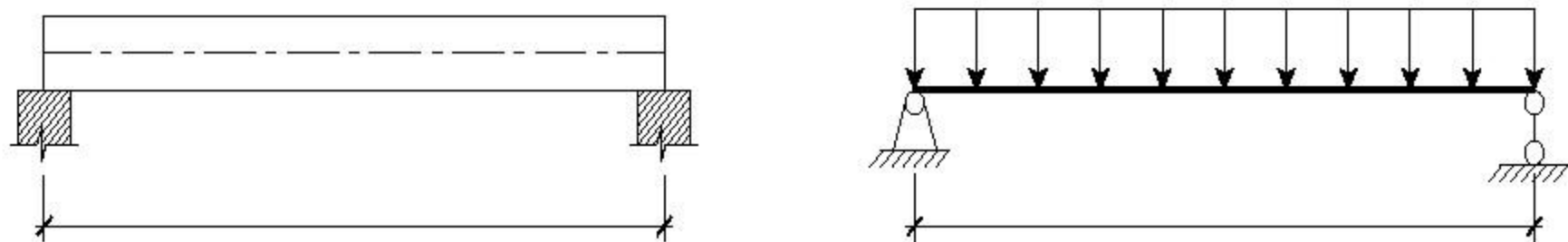
- + Tiết diện không đổi
- + Tiết diện thay đổi

1.1.3. Các giả thiết cơ bản

Khi giải bài toán Sức bền vật liệu, người ta chấp nhận một số giả thiết nhằm đơn giản hóa vấn đề nhưng vẫn phải đảm bảo sự chính xác cần thiết phù hợp với thực tế.

1.1.3.1. Giả thiết thứ nhất: Sơ đồ tính

Khi tính toán, thay vật thể thực bằng sơ đồ tính.



Hình 1.5: Đơn giản hóa bằng sơ đồ tính

1.1.3. Các giả thiết cơ bản

1.1.3.2. Giả thiết thứ hai: Vật liệu có tính:

- Liên tục: Nghĩa là vật liệu chiếm đầy trong không gian vật thể, không có lỗ rỗng, vết nứt.
- Đồng nhất: Tính chất cơ học, vật lý của vật liệu ở mọi nơi trong vật thể đều giống nhau.
- Đẳng hướng: Tính chất của vật liệu theo mọi phương đều như nhau.

1.1.3. Các giả thiết cơ bản

1.1.3.3. Giả thiết thứ ba:

- Biến dạng của vật thể là biến dạng đàn hồi và đàn hồi tuyệt đối.
- Sức bền vật liệu chỉ tính toán cho vật thể trong giai đoạn đàn hồi.
- Vật liệu đàn hồi tuyến tính tuân theo định luật Hooke có biến dạng tỉ lệ bậc nhất với nội lực, những vật liệu đàn hồi khác được gọi là đàn hồi phi tuyến (không xét đến trong môn học Sức bền vật liệu).

1.1.3. Các giả thiết cơ bản

1.1.3.4. Giả thiết thứ tư:

- Biến dạng được xem là bé so với kích thước của vật thể (Giả thiết này cho phép xem như các điểm đặt lực là không thay đổi khi vật thể bị biến dạng)
- Khi vật thể có chuyển vị bé và làm bằng vật liệu đàn hồi tuyến tính thì có thể áp dụng **nguyên lý công tác dụng** (còn gọi là nguyên lý độc lập tác dụng) như sau:

Một đại lượng do nhiều nguyên nhân đồng thời gây ra sẽ bằng tổng đại số đại lượng do tác dụng của từng nguyên nhân riêng lẻ

1.2. Ngoại lực

1.2.1. Định nghĩa: Là những lực tác động từ vật thể ngoài hoặc môi trường lên vật thể đang xét.

1.2.2. Phân loại: ***Ngoại lực gồm:***

- ***Tải trọng***
- ***Phản lực liên kết.***

1.2.2.1. Tải trọng:

Là những lực tác dụng trực tiếp lên vật thể mà vị trí, tính chất và trị số đã biết.

Có 2 cách phân loại tải trọng:

- Phân loại tải trọng theo hình thức tác dụng:
- Phân loại tải trọng theo tính chất của tải trọng:

* Phân loại tải trọng theo tính chất của tải trọng:

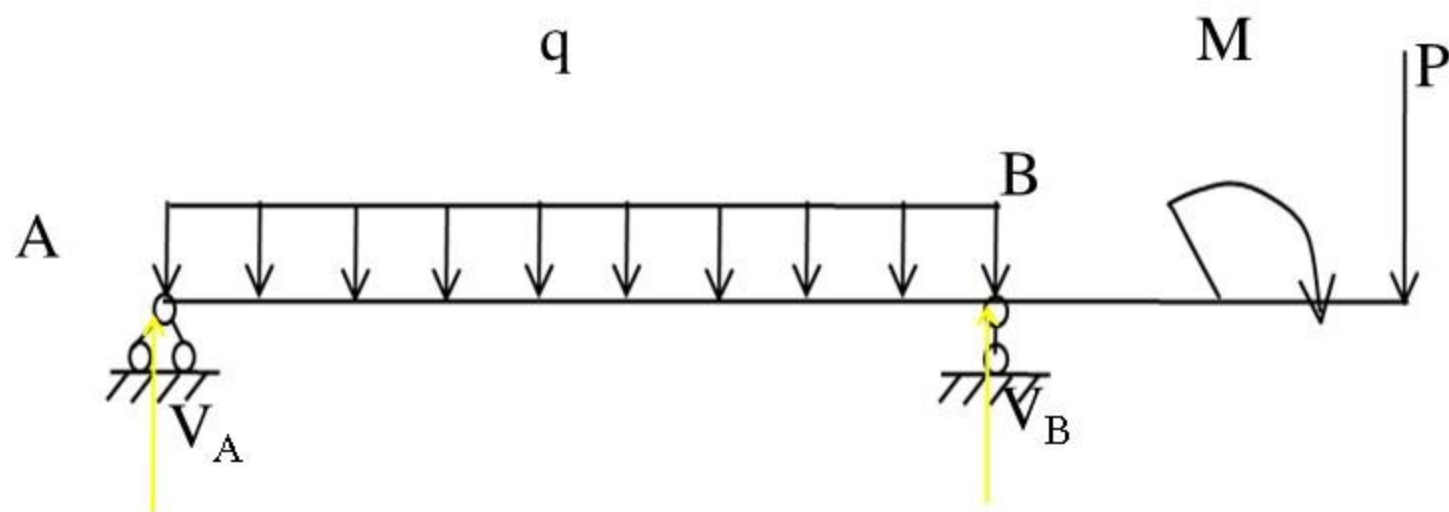
- Tải trọng tĩnh: Tăng từ 0 đến một giá trị nhất định rồi giữ nguyên giá trị đó, và sau đó không thay đổi theo thời gian.

- Tải trọng động: Tải trọng động có giá trị thay đổi theo thời gian từ 0 đến giá trị cuối cùng hoặc làm cho vật bị giao động.

+ Ví dụ: Lực búa máy...

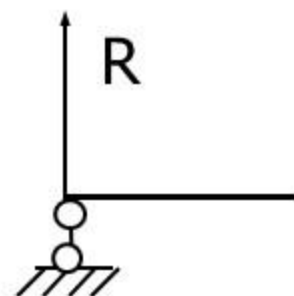
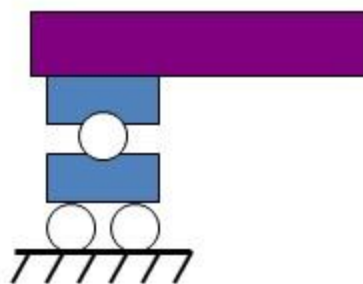
1.2.2.2. Phản lực liên kết:

+ Phản lực liên kết là thụ động, phát sinh tại chỗ tiếp xúc giữa vật thể đang xét và các vật thể khác khi tải trọng tác dụng.

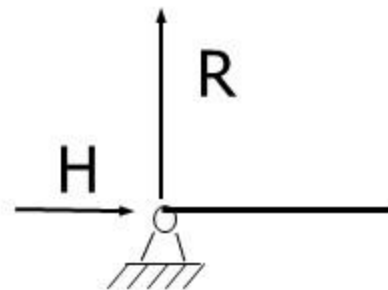
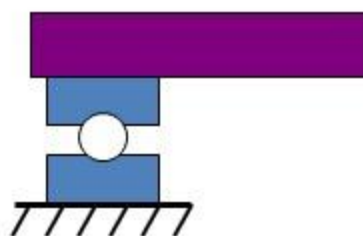


1.2.3. Liên kết và phản lực liên kết:

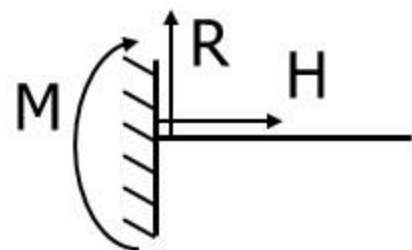
a. Gối (khớp) di động:
(liên kết đơn)



b. Gối (khớp) cố định:
(liên kết đôi)



c. Ngàm
(Liên kết ba)



Để cố định thanh ta cần bố trí hợp lý hợp lý các liên kết

Các thành phần phản lực được xác định từ các phương trình cân bằng tĩnh học.

Bài toán phẳng có ba dạng phương trình cân bằng như sau:

Dạng 1: $\Sigma X = 0; \Sigma Y = 0; \Sigma M_O = 0$ (hệ trục XY là một hệ trục nằm trong mặt phẳng và O là một điểm bất kỳ). (1.3)

Dạng 2: $\Sigma X = 0; \Sigma M_A = 0; \Sigma M_B = 0$ (đường AB không vuông góc với trục X) (1.4)

Hoặc: $\Sigma Y = 0; \Sigma M_A = 0; \Sigma M_B = 0$ (đường AB không vuông góc với trục Y) (1.5)

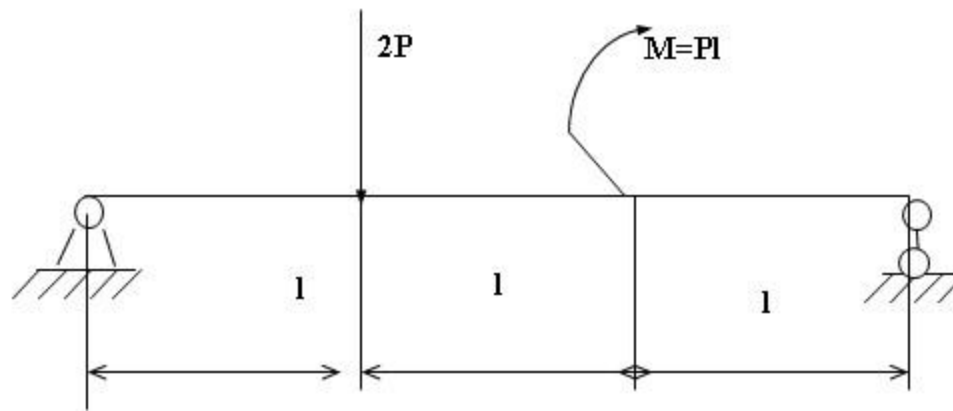
Dạng 3: $\Sigma M_A = 0; \Sigma M_B = 0; \Sigma M_C = 0$ (ba điểm A, B, C không thẳng hàng). (1.6)

Bài toán không gian có sáu phương trình cân bằng:

$$\Sigma X = 0; \Sigma Y = 0; \Sigma Z = 0; \Sigma M_x = 0; \Sigma M_y = 0; \Sigma M_z = 0 \quad (1.7)$$

Thảo luận

- Tìm phản lực của thanh chịu lực như hình vẽ



1.3. Biến dạng và chuyển vị thanh:

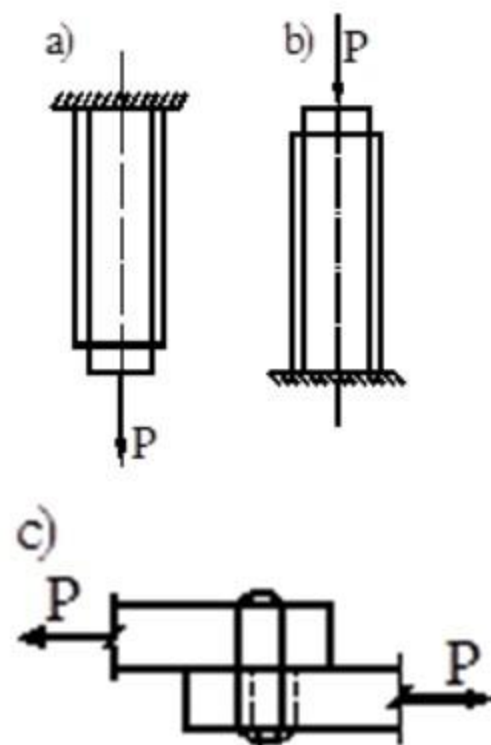
a. Biến dạng: Là sự thay đổi kích thước, hình dáng của tiết diện, sự thay đổi độ dài, độ cong và độ xoắn của trục thanh.

b. Chuyển vị: Là sự thay đổi vị trí của tiết diện trước và sau khi thanh biến dạng

c. Các loại biến dạng cơ bản:

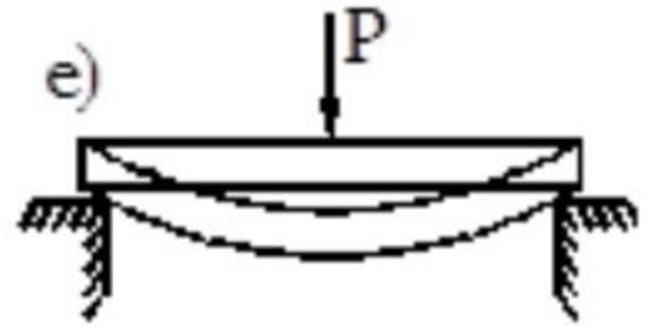
- Biến dạng kéo và nén: Khi thanh chịu tác dụng của những lực đặt dọc theo trục thanh thì thanh bị giãn ra hoặc co lại (không thay đổi độ cong).

- Biến dạng trượt (cắt): Dưới tác dụng của ngoại lực, một phần này của thanh có xu hướng trượt trên phần khác.

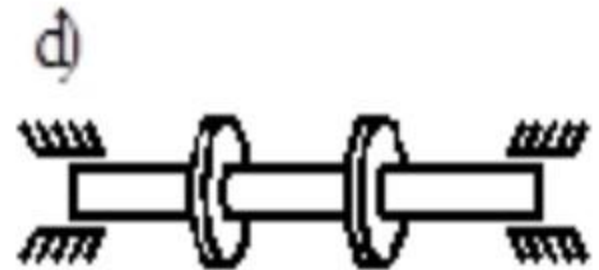


1.3. Biến dạng và chuyển vị thanh:

- Biến dạng uốn: Xảy ra khi lực tác dụng vuông góc với trục thanh và nằm trong mặt phẳng chứa trục thanh $\Rightarrow$ trục thanh bị uốn cong. Khi đó ta nói thanh chịu uốn. Đây là loại biến dạng hay gặp nhất trong kỹ thuật.

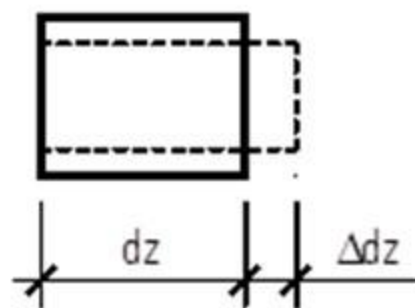


- Biến dạng xoắn: Khi ngoại lực nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục thanh và tạo thành các ngẫu lực trong mặt phẳng đó thì làm cho thanh bị xoắn.



Tách một phân tố hình hộp từ một thanh chịu lực, biến dạng của nó trong trường hợp tổng quát được phân thành hai thành phần: biến dạng dài và biến dạng góc như hình.

- Phân tố trên hình (a) chỉ thay đổi chiều dài, không thay đổi góc. Chiều dài dz ban đầu của phân tố bị dãn dài hay co ngắn một đoạn .



a) Biến dạng dài



b) Biến dạng góc

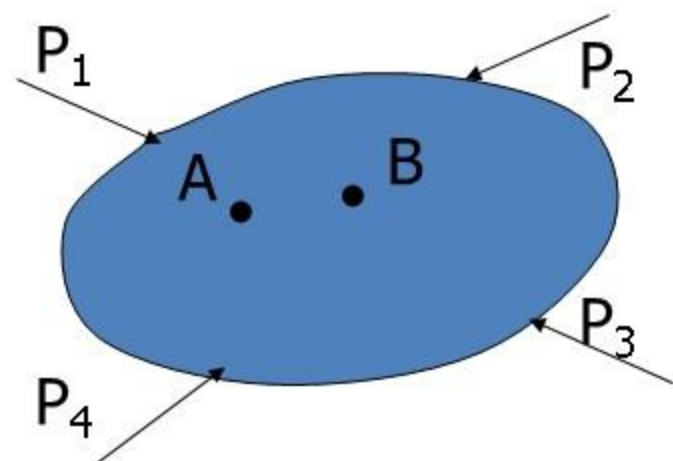
Hình 1.8: Các biến dạng cơ bản

- Phân tố trên hình (b) chỉ thay đổi góc, không thay đổi chiều dài. Độ thay đổi của góc vuông ban đầu gọi là biến dạng góc hay góc trượt .

1.4. Nội lực

* Định nghĩa:

Vật thể được cấu tạo bởi các phân tử, giữa các phân tử có các lực liên kết để giữ cho vật thể có một hình dáng nhất định. Khi có ngoại lực tác dụng, vật thể bị biến dạng.



Khi vật thể bị biến dạng, khoảng cách giữa các phân tử trong nó bị thay đổi

Lực liên kết giữa các phân tử tăng lên. Phần tăng của lực liên kết gọi là nội lực.

* Nội lực là lượng thay đổi của lực liên kết để chống lại sự biến dạng của vật do ngoại lực gây ra.

Sử dụng các phương trình cân bằng tĩnh học để xác định các thành phần nội lực, hệ sáu phương trình cân bằng như sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma X = Q_x + \sum_{i=1}^n P_{ix} = 0 \\ \Sigma Y = Q_y + \sum_{i=1}^n P_{iy} = 0 \\ \Sigma Z = N_z + \sum_{i=1}^n P_{iz} = 0 \\ \Sigma M_x = M_x + \sum_{i=1}^n m_x(P_i) = 0 \\ \Sigma M_y = M_y + \sum_{i=1}^n m_y(P_i) = 0 \\ \Sigma M_z = M_z + \sum_{i=1}^n m_z(P_i) = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (n: \text{số ngoại lực tác dụng vào} \\ \text{phần vật thể đang xét}) \\ P_{ix}, P_{iy}, P_{iz} \text{ lần lượt là hình} \\ \text{chiếu của } P_i \text{ lên các trục} \\ x, y, z. \end{array}$$

Trong bài toán phẳng, mặt phẳng yz, sử dụng hệ ba phương trình cân bằng sau:

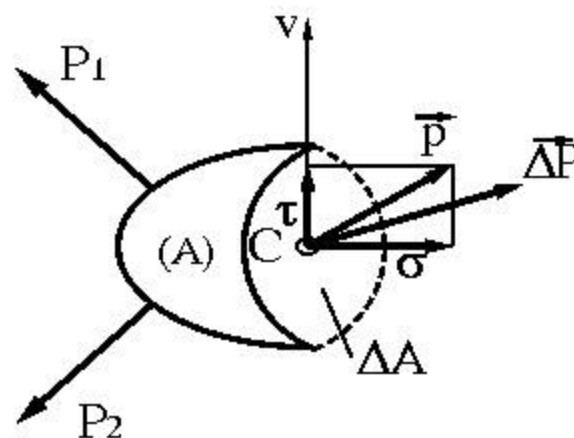
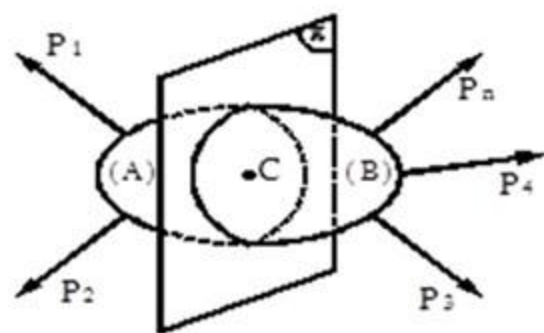
$$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma Y = Q_y + \sum_{i=1}^n P_{iy} = 0 \\ \Sigma Z = N_z + \sum_{i=1}^n P_{iz} = 0 \\ \Sigma M_O = M_x + \sum_{i=1}^n m_O(P_i) = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \\ (O: \text{là điểm bất kỳ nằm trong} \\ \text{mặt phẳng yz}) \end{array}$$

Tương tự như trên cho các mặt phẳng xy và xz.

1.5. Ứng suất

+ Ứng suất : Tập hợp các giá trị nội lực tác dụng trên 1 đơn vị diện tích mặt cắt ngang của vật khảo sát.

* 1.5.1 Ứng suất toàn phần:



* **Ứng suất toàn phần:** (N/m^2 ; kN/cm^2)

$$P = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$

* **Ứng suất pháp:** (N/m^2 ; kN/cm^2)

$$\sigma = P \cos \alpha$$

* **Ứng suất tiếp:** (N/m^2 ; kN/cm^2)

$$\tau = P \sin \alpha$$

Ký hiệu là σ (đọc là xích- ma): là thành phần ứng suất có phương pháp tuyến (vuông góc) với mặt cắt.

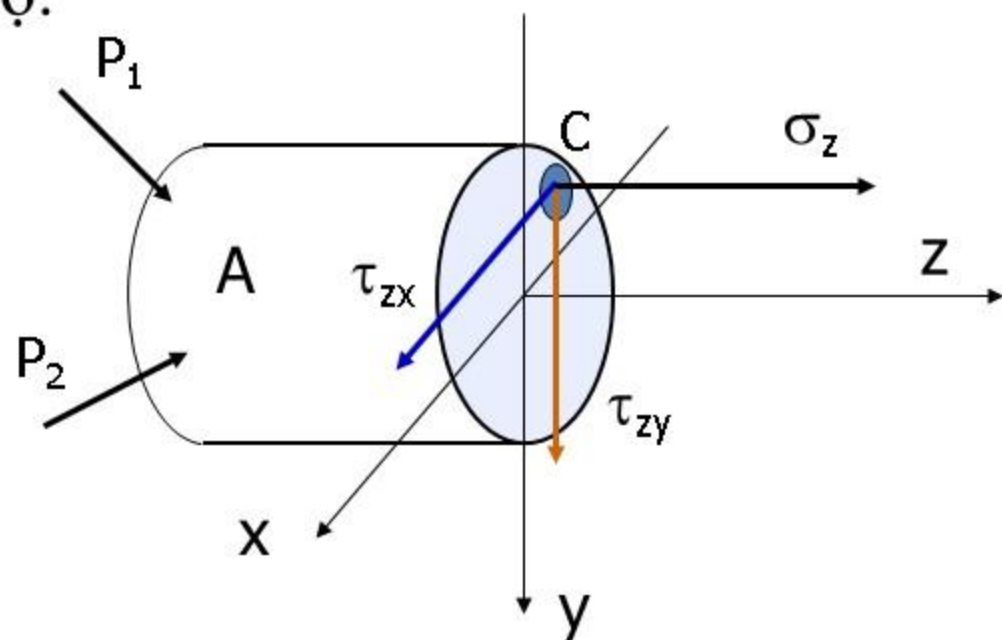
Ký hiệu là τ (đọc là tô): là thành phần ứng suất có phương tiếp tuyến với mặt cắt.

Phân ứng suất tại c thành các thành phần theo các trục tọa độ:

+Thành phần theo trục z: σ_z
Ứng suất pháp

+Thành phần theo trục x: τ_{zx}
Ứng suất tiếp

+Thành phần theo trục y: τ_{zy}
Ứng suất tiếp



Như vậy tại mỗi điểm, trên một mặt cắt qua đó, có 3 thành phần ứng suất: 1 ứng suất pháp và 2 ứng suất tiếp

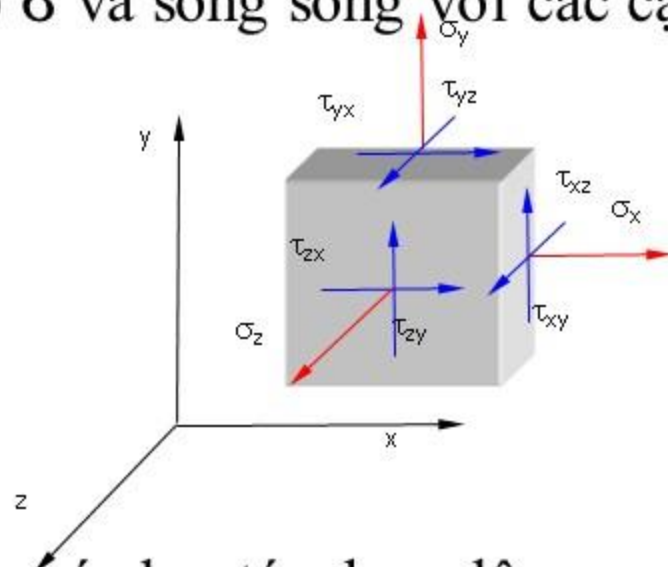
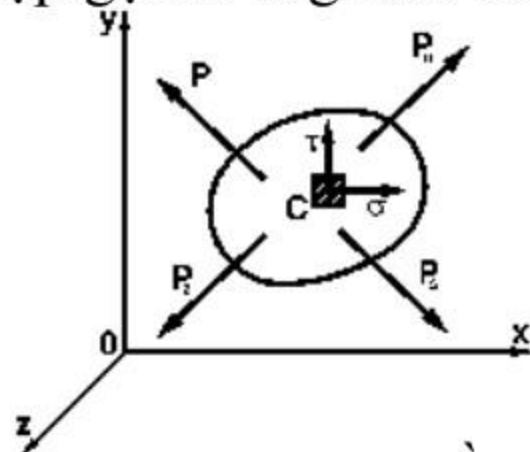
** Ý nghĩa của ứng suất: ứng suất tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho khả năng chịu đựng của vật liệu tại điểm đó và là tiêu chí kiểm tra bền.*

Quy ước dấu của ứng suất:

- + **Ứng suất pháp:** Dương khi có chiều cùng với chiều của pháp tuyến ngoài của mặt cắt (đi từ trong ra ngoài mặt cắt)
- + **Ứng suất tiếp:** Dương khi quay pháp tuyến ngoài của mặt cắt một góc 90^0 thuận chiều kim đồng hồ trong mặt phẳng chứa ứng suất và pháp tuyến, thì chiều của ứng suất và pháp tuyến trùng nhau.

1.5.2 Ứng suất trên các mặt qua một điểm

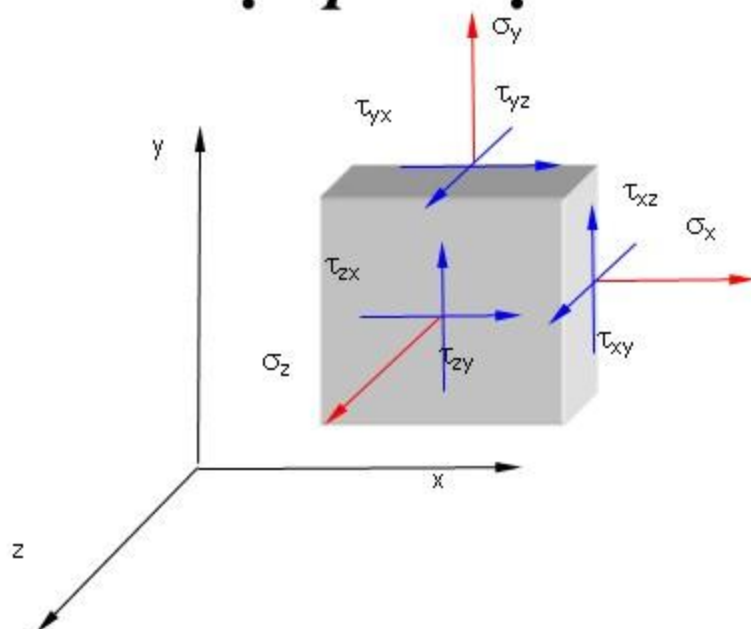
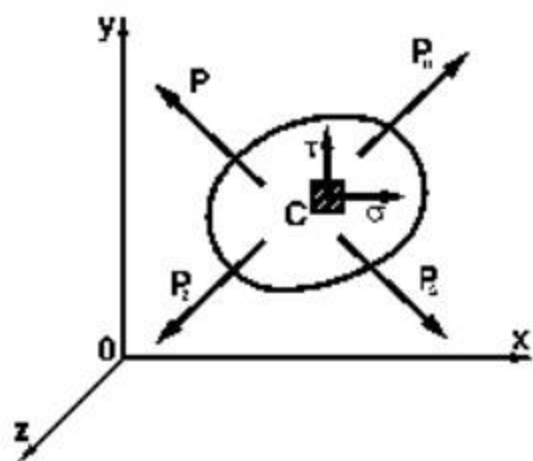
- Xét một vật thể cân bằng dưới tác dụng của ngoại lực $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$. Ta xét điểm C trong vật thể. Để nghiên cứu trạng thái ứng suất tại điểm C, ta tưởng tượng tách tại điểm C đang khảo sát một phân tố hình hộp cạnh dx, dy, dz vô cùng bé. Khi đó, ứng suất tác dụng lên các mặt của hình hộp được phân thành các thành phần vuông góc với các cạnh của hình hộp gọi là ứng suất pháp σ và song song với các cạnh của hình hộp gọi là ứng suất tiếp τ .



- Lập các phương trình cân bằng mômen các lực tác dụng lên phân tố đối với các trục x, y, z của hệ tọa độ, ta sẽ thu được các đẳng thức biểu diễn định luật đối ứng của ứng suất tiếp:

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}; \tau_{xz} = \tau_{zx}; \tau_{yz} = \tau_{zy}$$

1.5.2 Ứng suất trên các mặt qua một điểm



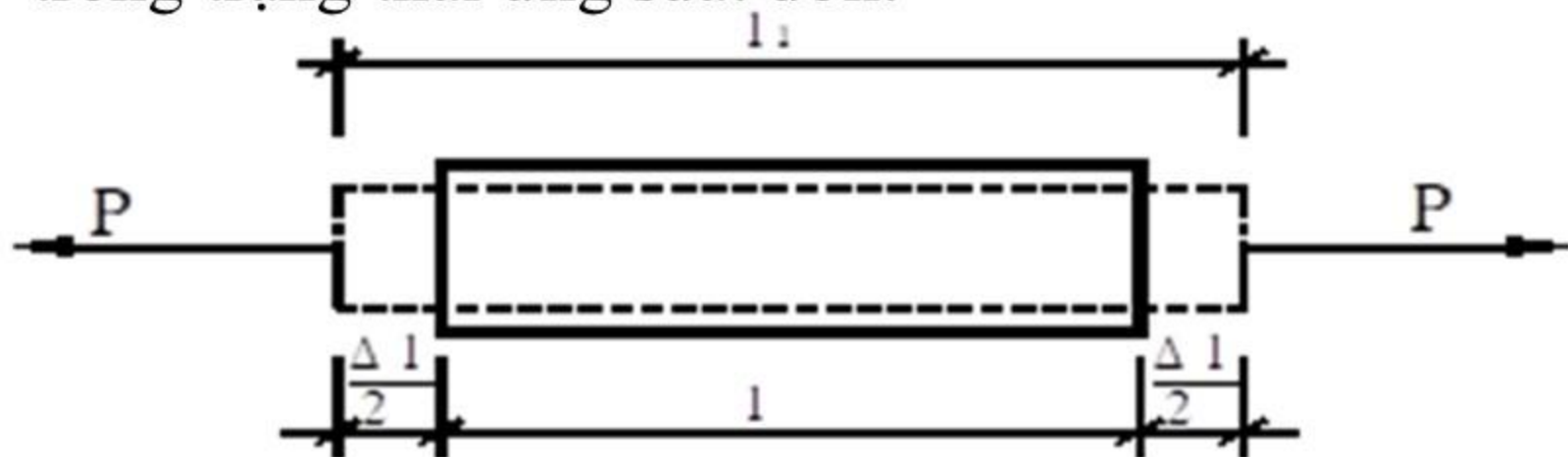
Như vậy có 9 thành phần ứng suất:

- 3 ứng suất pháp: $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z,$
- 6 ứng suất tiếp: $\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yx}, \tau_{yz}, \tau_{zx}, \tau_{zy},$

- Ứng suất σ có 2 chỉ số kèm theo: Chỉ số thứ 1 là tên phương pháp tuyến của mặt cắt, chỉ số thứ 2 là tên của trục // với phương tác dụng của ứng suất tiếp.

1.6. Định luật Hooke cho biến dạng dài

Liên hệ giữa ứng suất pháp và biến dạng dài tương đối trong trạng thái ứng suất đơn:



$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{\Delta l}{l}$$

Trong đó: $\Delta l = l_1 - l$: biến dạng dài tuyệt đối.

l, l_1 – lần lượt là chiều dài của thanh trước và sau khi biến dạng.