

Môn. SỨC BỀN VẬT LIỆU

Chương 2. KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM (tt)

2.2. ỨNG SUẤT – BIẾN DẠNG

2.2.1. ỨNG SUẤT

Coi biến dạng trong thanh tại mọi vị trí là như nhau.

Ứng suất tại mọi vị trí trong thanh được xác định:

Tổng quát :
$$\sigma = \pm \frac{N_z}{F} \quad (\text{N/m}^2)$$

N_z : giá trị tuyệt đối của lực dọc tại mặt cắt tính ứng suất (N)

F : diện tích mặt cắt ngang thanh (m^2)

σ lấy dấu (+) nếu nội lực là lực kéo

σ lấy dấu (–) nếu nội lực là lực nén

2.2. ỨNG SUẤT – BIẾN DẠNG

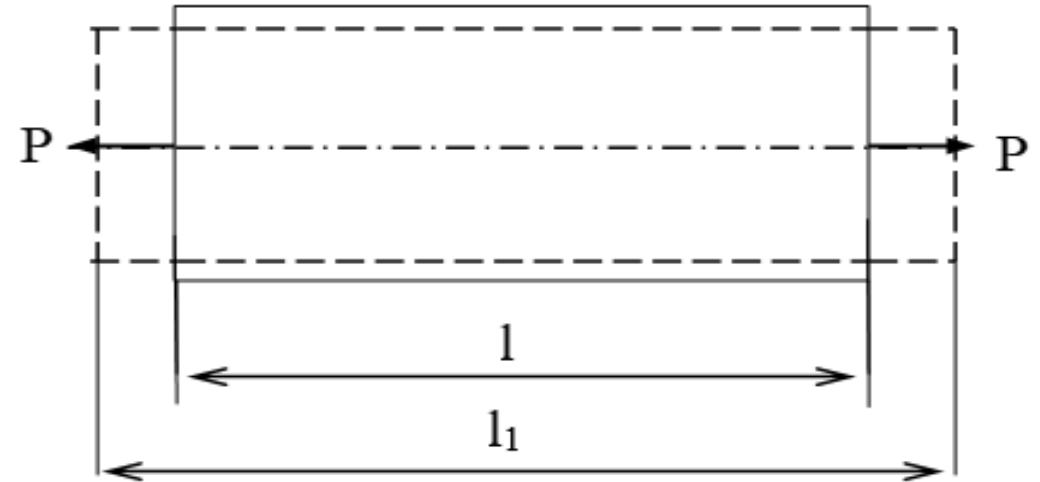
(hư số)

2.2.2. BIẾN DẠNG

Gọi l là chiều dài ban đầu của thanh, khi chịu kéo thanh dài ra một đoạn Δl . Ngược lại khi chịu nén thanh co lại. Ta có Δl là biến dạng dọc tuyệt đối. Ký hiệu Δl .

- Biến dạng dọc tuyệt đối của thanh $\Delta l = l_1 - l$ (m)
- Biến dạng dọc tỉ đối (tương đối):

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



2.2. ỨNG SUẤT – BIẾN DẠNG

2.2.3. ĐỊNH LUẬT HOOKE VỀ KÉO (NÉN)

$$\Delta l = \pm \frac{N_z l}{EF} \quad (\text{m})$$

N_z : Trị số của lực dọc (N)

l : Chiều dài thanh (m)

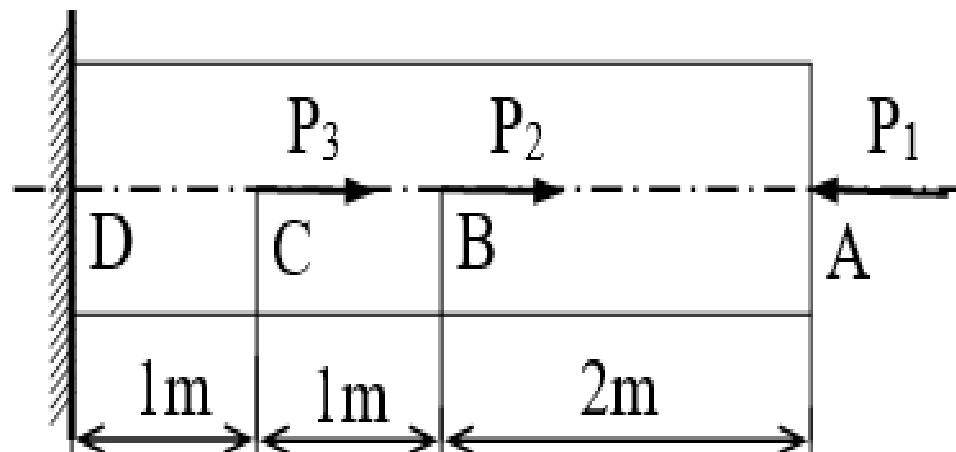
E : môđun đàn hồi của vật liệu (N/m^2) - đặc trưng cho khả năng chống lại biến dạng kéo (nén) của vật liệu.

F : diện tích mặt cắt ngang (m^2)

Dấu của Δl : – Δl có dấu (+) khi thanh chịu kéo (thanh bị giãn)
– Δl có dấu (–) khi thanh chịu nén (thanh bị co)

2.2. ỨNG SUẤT – BIẾN DẠNG

- Ví dụ : Thanh thép chịu lực $P_1 = 20\text{KN}$, $P_2 = 40\text{KN}$, $P = 10\text{KN}$ và có mặt cắt ngang không đổi $F = 10\text{cm}^2$. Kích thước dọc cho trên hình vẽ.
- a. Vẽ biểu đồ nội lực.
- b. Tính ứng suất trong từng đoạn thanh
- c. Tìm biến dạng dọc tuyệt đối của thanh? Cho $E = 2.10^{11} \text{ N/m}^2$.



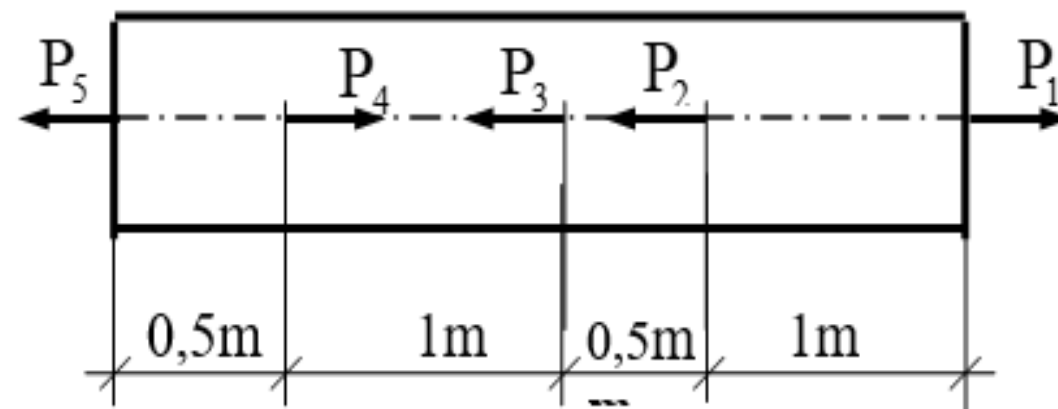
3. Thanh thép dài $l = 4\text{m}$, đường kính $d = 12\text{mm}$. Cần phải đặt lực P bằng bao nhiêu để nó dãn ra $0,5\text{ cm}$. Tính ứng suất phát sinh khi tác dụng lực đó? Biết $E = 2.10^5\text{ MN/m}^2$.
4. Một đoạn mẫu bằng thép dài 100m , chịu lực kéo 28KN thì bị dãn dài $0,12\text{m}$. Xác định diện tích mặt cắt và trị số ứng suất pháp, biết $E = 2.10^5\text{ MN/m}^2$
5. Độ giãn dài tuyệt đối của thanh thép đường kính 4 cm ; dài $1,2\text{m}$ là $1,2\text{mm}$. Xác định trị số của lực gây nên biến dạng đó? Biết $E = 2.10^5\text{ MN/m}^2$.
6. Nếu kéo một thanh thép tròn có chiều dài 3 m , đường kính $1,6\text{mm}$ bởi một lực P thì nó giãn ra $1,3\text{mm}$; nhưng nếu kéo một thanh đồng có chiều dài $1,8\text{m}$; đường kính $3,2\text{mm}$ cũng bởi lực P đó thì thanh dãn ra $0,39\text{mm}$. Tính môđun đàn hồi của thanh đồng biết môđun đàn hồi của thép là 2.10^7 N/cm^2 .

BÀI TẬP ÁP DỤNG

8. Thanh thép chịu tác dụng của các ngoại lực $P_1 = 30\text{KN}$, $P_2 = 20\text{KN}$, $P_3 = 40\text{KN}$, $P_4 = 60\text{KN}$ và $P_5 = 30\text{KN}$. Thanh có mặt cắt ngang tròn đường kính $d = 20\text{mm}$. Kích thước dọc cho trên hình vẽ.

- Vẽ biểu đồ nội lực
- Tính ứng suất trong từng đoạn thanh.
- Tìm biến dạng dọc tuyệt đối của từng đoạn thanh và của toàn thanh.

Cho $E = 2.10^8 \text{ kN/m}^2$



2.3. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

2.3.1. ỨNG SUẤT CHO PHÉP VÀ HỆ SỐ AN TOÀN

Để đảm bảo cho các chi tiết máy hay công trình làm việc được an toàn, cần phải hạn chế ứng suất lớn nhất trong thanh không vượt quá một giới hạn nào đó, giới hạn này được gọi là ứng suất cho phép, ký hiệu $[\sigma]$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_o}{n} \quad \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

n : Hệ số an toàn (cho trong sổ tay kỹ thuật với kết cấu bằng thép, $n = 1,4 \div 1,6$)
Việc lựa chọn hệ số an toàn có ý nghĩa lớn về mặt kỹ thuật và kinh tế.

- + Nếu n quá lớn, $[\sigma]$ nhỏ: gây lãng phí vật liệu.
- + Nếu n quá nhỏ thì ứng suất lớn: gây mất an toàn.

2.3. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

2.3.2. ĐIỀU KIỆN BỀN VÀ BA DẠNG TOÁN CƠ BẢN

a. Điều kiện bền

Để đảm bảo sự làm việc an toàn khi thanh chịu kéo (nén) đúng tâm, ứng suất trong thanh phải thỏa mãn điều kiện bền.

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{F} \leq [\sigma]$$

$\sigma_{\max}$: Ứng suất pháp lớn nhất trên mặt cắt ngang của thanh (N/m²)

N_z : Giá trị tuyệt đối của lực dọc (N)

F : Diện tích mặt cắt ngang (m²)

$[\sigma]$: Ứng suất cho phép của vật liệu (N/m²), phụ thuộc vào mỗi loại vật liệu.

2.3. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

2.3.2. ĐIỀU KIỆN BỀN VÀ BA DẠNG TOÁN CƠ BẢN

b. Các bài toán cơ bản

❖ Bài toán kiểm tra độ bền

Khi biết tải trọng, kích thước mặt cắt và ứng suất cho phép của vật liệu, xét điều kiện bền của thanh có được thỏa mãn hay không. Muốn thế:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{F} \leq [\sigma]$$

Thông thường nếu $\sigma_{\max}$ chưa vượt quá $[\sigma]$ chừng 5% vẫn có thể xem như chi tiết máy hay kết cấu đạt điều kiện an toàn (vì $[\sigma] < \sigma_o$). Nếu $\sigma_{\max}$ nhỏ hơn $[\sigma]$ quá 5% thì có thể xem như quá an toàn, thậm chí lãng phí vật liệu.

2.3. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

2.3.2. ĐIỀU KIỆN BỀN VÀ BA DẠNG TOÁN CƠ BẢN

b. Các bài toán cơ bản

❖ Bài toán thiết kế

Khi biết tải trọng và ứng suất cho phép, cần xác định kích thước của mặt cắt ngang.

Muốn thế phải có: $F_{\min} \geq \frac{N_z}{[\sigma]}$

Để đảm bảo an toàn và tiết kiệm, chỉ nên chọn F xấp xỉ tỉ số $\frac{N_z}{[\sigma]}$ chừng 5% là đủ.

2.3. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

2.3.2. ĐIỀU KIỆN BỀN VÀ BA DẠNG TOÁN CƠ BẢN

b. Các bài toán cơ bản

❖ *Bài toán tính tải trọng cho phép*

Khi biết kích thước mặt cắt và ứng suất cho phép, cần xác định tải trọng lớn nhất

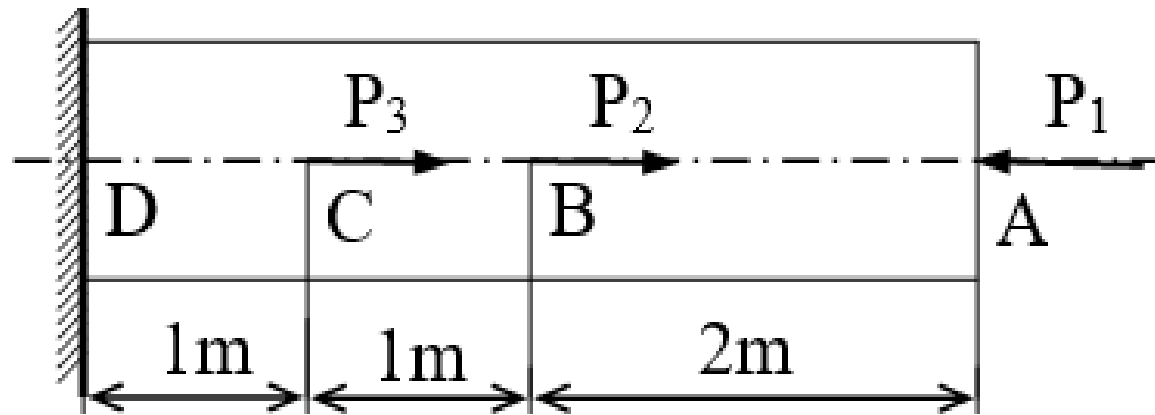
cho phép đối với chi tiết máy hay kết cấu. Muốn thế phải có:

$$N_{\text{zmax}} \leq F [\sigma]$$

2.3. TÍNH TOÁN VỀ KÉO (NÉN) ĐÚNG TÂM

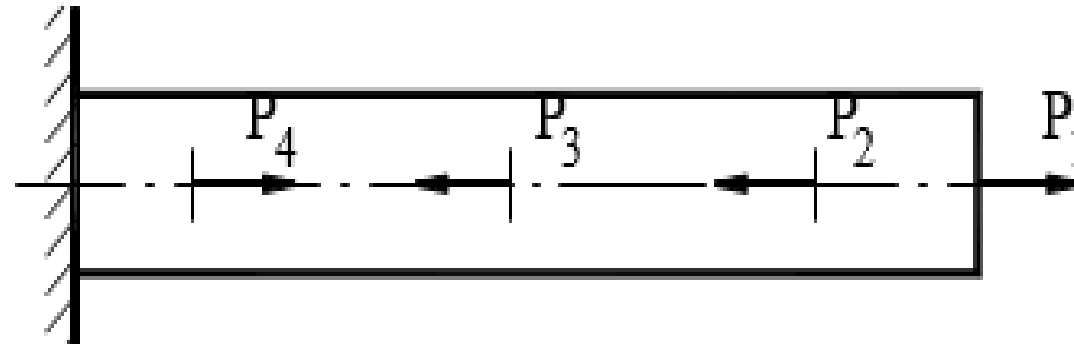
VÍ DỤ: Thanh thép chịu lực $P_1 = 60\text{KN}$, $P_2 = 20\text{KN}$, $P_3 = 80\text{KN}$ và có đường kính không đổi $d = 6\text{cm}$.

a. Kiểm tra độ bền của thanh. Biết $[\sigma] = 100 \text{ MN/m}^2$



BÀI TẬP ÁP DỤNG

VÍ DỤ 6: Thanh thép chịu lực $P_1 = 800 \text{ N}$, $P_2 = 500 \text{ N}$, $P_3 = 1000 \text{ N}$, $P_4 = 400 \text{ N}$ và có đường kính không đổi d . Xác định đường kính d để thanh thỏa điều kiện bền. Biết $[\sigma] = 120 \text{ MN/m}^2$.



BÀI TẬP ÁP DỤNG

Giải: $N_{zAB} = P_1 = 800N$

$N_{zBC} = P_1 - P_2 = 300N$

$N_{zCD} = P_1 - P_2 - P_3 = -700N$

$N_{zED} = P_1 - P_2 - P_3 + P_4 = -300N$

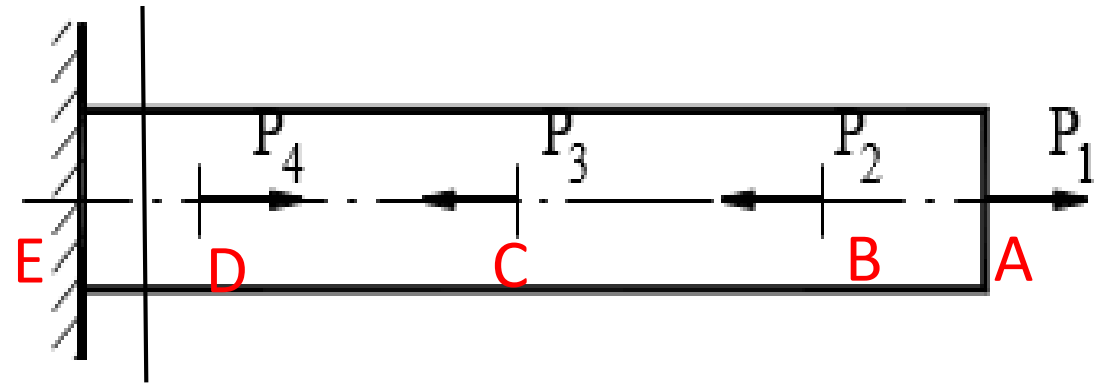
$\Rightarrow N_{zmax} = |N_{zAB}|$

Tính d:

Theo điều kiện bền:
$$\sigma_{max} = \frac{N_z}{F} \leq [\sigma]$$

$$\Leftrightarrow \frac{800}{\pi \frac{d^2}{4}} \leq 120.10^6$$

$$\Leftrightarrow \Rightarrow d \geq \dots m$$



$P_1 = 800 \text{ N}, P_2 = 500 \text{ N}, P_3 = 1000 \text{ N}, P_4 = 400 \text{ N}$

BÀI TẬP ÁP DỤNG

9. Thanh bằng thép gồm hai đoạn AB, BC có kích thước mặt cắt ngang lần lượt là:

$F_1 = 100\text{cm}^2, F_2 = 200\text{cm}^2$. Thanh chịu tác dụng các lực $P_1 = 30\text{KN}, P_2 = 110\text{KN},$

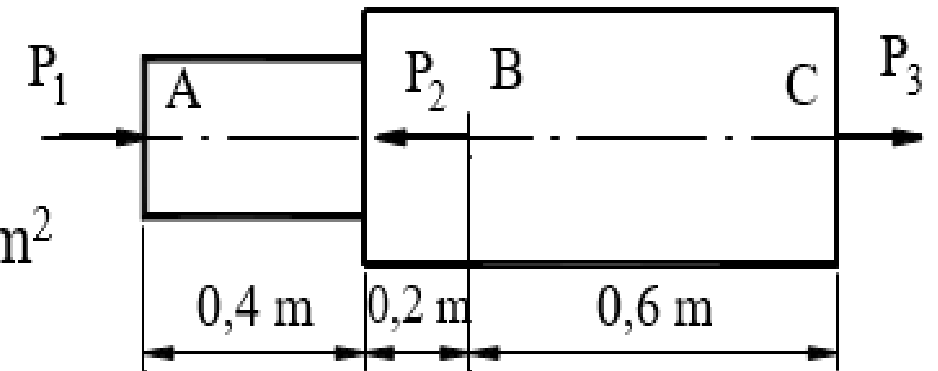
$P_3 = 80\text{KN}$. Kích thước dọc cho trên hình vẽ.

a. Vẽ biểu đồ nội lực.

b. Tìm biến dạng dọc tuyệt đối của thanh.

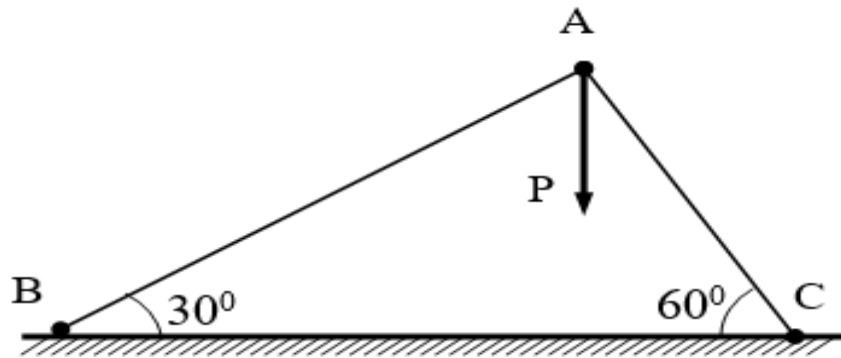
Biết $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$.

c. Kiểm tra độ bền của thanh. $[\sigma_k] = [\sigma_n] = 12\text{kN/cm}^2$

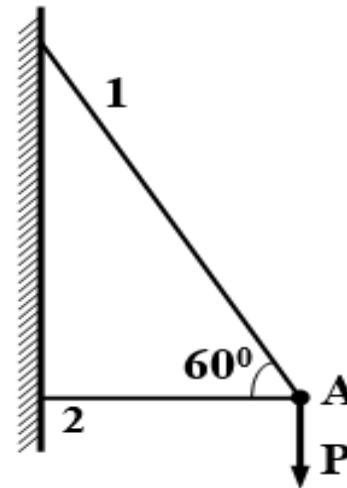


BÀI TẬP ÁP DỤNG

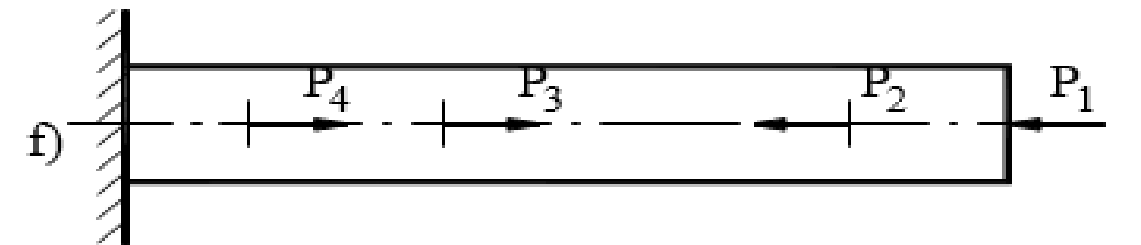
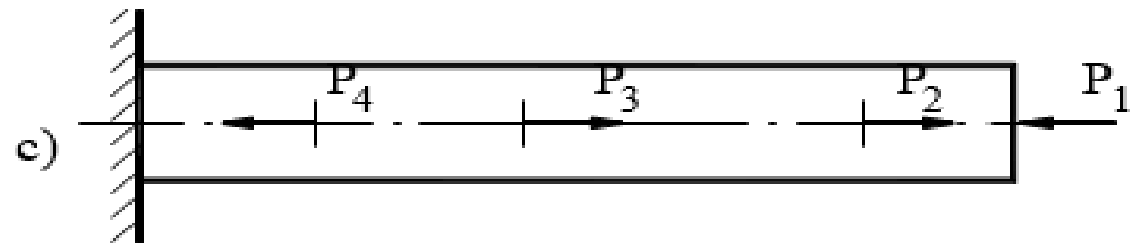
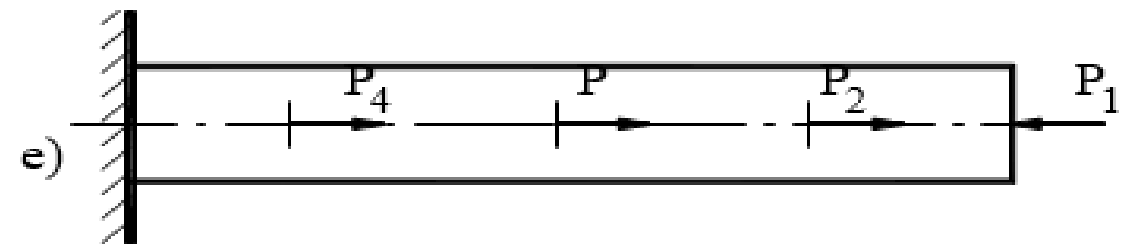
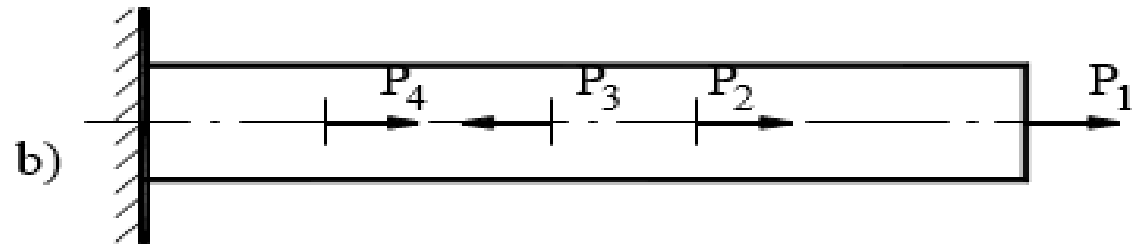
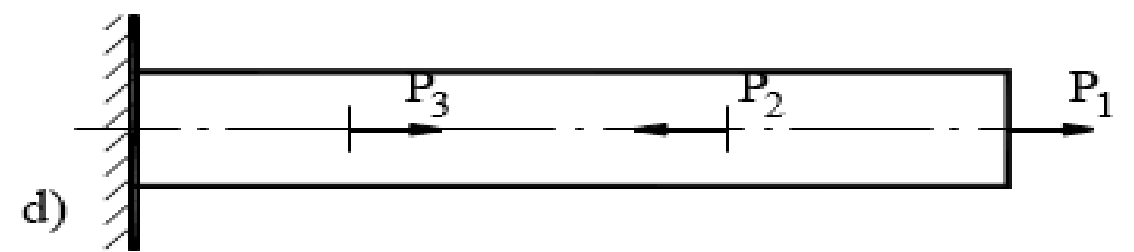
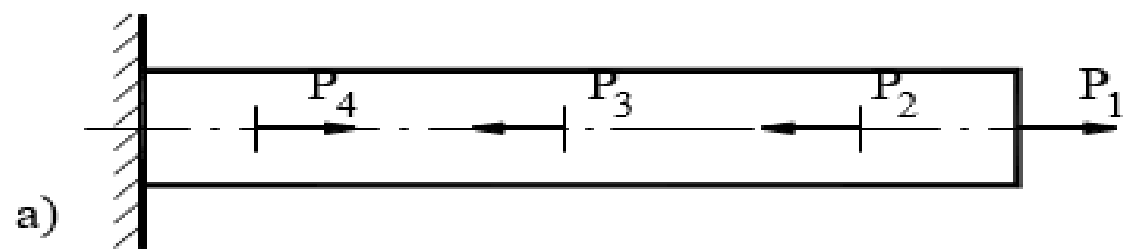
11. Tại điểm A của một giá đỡ gồm hai thanh tròn AB và AC chịu lực $P = 20 \text{ kN}$ như hình vẽ. Biết các thanh AB và AC làm bằng thép có ứng suất cho phép $[\sigma_n] = 120 \text{ MN/m}^2$. Xác định đường kính của 2 thanh theo điều kiện bền.
12. Thanh tròn 1 làm bằng thép có ứng suất cho phép $[\sigma_k] = 12 \text{ kN/cm}^2$ và thanh tròn 2 làm bằng đồng có $[\sigma_n] = 4 \text{ kN/cm}^2$ bắt bản lề vào tường thẳng đứng. Tại nút bản lề A tác dụng lực $P = 20 \text{ kN}$, các góc cho trên hình vẽ. Kiểm tra độ bền của 2 thanh. Biết đường kính của 2 thanh lần lượt là $d_1 = 20 \text{ mm}$ và $d_2 = 15 \text{ mm}$.



Hình câu 11



Hình câu 12



- Biết: a) $P_1 = 20\text{ kN}$, $P_2 = 40\text{ kN}$, $P_3 = 20\text{ kN}$, $P_4 = 20\text{ kN}$
 b) $P_1 = 60\text{ kN}$, $P_2 = 30\text{ kN}$, $P_3 = 30\text{ kN}$, $P_4 = 30\text{ kN}$
 c) $P_1 = 30\text{ kN}$, $P_2 = 15\text{ kN}$, $P_3 = 30\text{ kN}$, $P_4 = 15\text{ kN}$
 d) $P_1 = 30\text{ kN}$, $P_2 = 40\text{ kN}$, $P_3 = 20\text{ kN}$
 e) $P_1 = 10\text{ kN}$, $P_2 = 30\text{ kN}$, $P_3 = 20\text{ kN}$, $P_4 = 10\text{ kN}$
 f) $P_1 = 60\text{ kN}$, $P_2 = 90\text{ kN}$, $P_3 = 30\text{ kN}$, $P_4 = 60\text{ kN}$