

I. KBC A O ND M C Ó MCN KHÔNG I, LÀM T 1 LO IV T LIÊU.

Trên o n này, ta ph i ch ra c i m nào trên d m có:

- TT S n nguy hi m nh t.
- TT S tr t thu n túy nguy hi m nh t
- TT S ph ng c bi t nguy hi m nh t.

i u ki n b n c a o n d m là các i m thu c ba TT S trên ng th i ph i b n.

1. TT S n:

❖ **N u v t li u d o:**

- Ch có m t mcn nguy hi m là mcn có $\max |M_x|$
- ng su t nguy hi m nh t là $\max |\sigma_z| = \frac{\max |M_x|}{J_x} |y_{\max}^{k,n}|$
(v i $|y_{\max}^{k,n}| = \max \left\{ |y_{\max}^k|, |y_{\max}^n| \right\}$)
- K b n: $\max |\sigma_z| \leq [\sigma]$

❖ **N u v t li u d òn:**

➤ **Tr ng h p 1: x là tr c i x ng c a mcn.**

- ◆ Ch có m t mcn nguy hi m có $\max |M_x|$
- ◆ ng su t nguy hi m nh t là $\max \sigma_z^{(+)} = \frac{\max |M_x|}{W_x^k} = \frac{\max |M_x|}{W_x}$
- ◆ K b n: $\max \sigma_z^{(+)} \leq [\sigma]_k$

➤ **Tr ng h p 2: x không là tr c i x ng c a mcn.**

- ◆ Nói chung là có 2 mcn nguy hi m:

Mcn (1) có $\max M_x^{(+)}$

Mcn (2) có $\max |M_x^{(-)}|$

- ◆ ng su t nguy hi m:

| | |
|--|--|
| <p>Æhg vãi mcn coi $\max M_x^{(+)}$</p> $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max}^{(1)} = + \frac{\max M_x^{(+)}}{J_x} y_{\max}^k \\ \sigma_{\min}^{(1)} = - \frac{\max M_x^{(+)}}{J_x} y_{\max}^n \end{array} \right.$ | <p>Æhg vãi mcn coi $\max M_x^{(-)}$</p> $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max}^{(2)} = + \frac{\max M_x^{(-)} }{J_x} y_{\max}^k \\ \sigma_{\min}^{(2)} = - \frac{\max M_x^{(-)} }{J_x} y_{\max}^n \end{array} \right.$ |
|--|--|

$$\max \sigma_z^{(+)} = \max \{ \sigma_{\max}^{(1)}, \sigma_{\max}^{(2)} \}, \max |\sigma_z^{(-)}| = \max \{ |\sigma_{\min}^{(1)}|, |\sigma_{\min}^{(2)}| \}$$

- ◆ K b n: $\left\{ \begin{array}{l} \max \sigma_z^{(+)} \leq [\sigma]_k \\ \max |\sigma_z^{(-)}| \leq [\sigma]_n \end{array} \right.$

2. TT Str t thu n túy:

❖ **i u k i n b n:**

G i $\max|\tau_{zy}|$ là l n c a ng s u t t i p ng u y h i m n h t tr ên d m thì d i u k i n b n là:

➤ N u v t l i u d o:

♦ Theo thuy t b n ng s u t t i p l n n h t: $\max|\tau_{zy}| \leq \frac{[\sigma]}{2}$

♦ Theo thuy t b n TNB HD: $\max|\tau_{zy}| \leq \frac{[\sigma]}{\sqrt{3}}$

➤ N u v t l i u d òn:

♦ Theo thuy t b n Mohr: $\max|\tau_{zy}| \leq \frac{[\sigma]_k}{1+\alpha}$

❖ **Cách tìm $\max|\tau|$:**

➤ **Tr ñ h p 1:** M c n có b r ng không i h o c b r ng n h n h t n m tr ên ng trung hòa.

♦ Ch có m t m c n ng u y h i m có $\max|Q_y|$

♦ ng s u t t i p ng u y h i m n h t t i n h ng i m tr ên ng trung hòa:

$$\max|\tau_{zy}| = \frac{\max|Q_y| \cdot S_x^c}{J_x \cdot b^c}$$

⊗ **L u ý trong tr ñ h p này:**

b^c : là b r ng c a m c n thu c ng trung hòa.

S_x^c : t í n h cho p h n phía tr ên, h o c phía d i ng trung u n h

nhau.

➤ **Tr ñ h p 2:** M c n không có c i m n h tr ñ h p 1: nói chung có 2 m c n ng u y h i m.

♦ Trong nh ñ ng m c n có c Q_y, M_x , ch n m c n có $|Q_y|$ là l n n h t - g i là m t c t th ñ h t. L c c t t ñ ng ñ g có l n $\max|Q_y^{(1)}|$. i m có TT S tr t thu n túy ng u y h i m thu c **ng trung hòa:**

$$\max|\tau_{zy}^{(1)}| = \frac{\max|Q_y^{(1)}| \cdot S_{x(1)}^c}{J_x \cdot b_{(1)}^c}$$

♦ Trong nh ñ ng m c n ch có Q_y , ch n m c n có $|Q_y|$ là l n n h t - g i là m t c t th hai. L c c t t ñ ng ñ g có l n $\max|Q_y^{(2)}|$. i m có TT S tr t thu n túy ng u y h i m là i m có l n ng s u t t i p l n n h t:

$$\max|\tau_{zy}^{(2)}| = \frac{\max|Q_y^{(2)}| \cdot S_{x(2)}^c}{J_x \cdot b_{(2)}^c} . \text{ có c giá tr này, ta c n p h i}$$

kh o sát, k t h p n h n xét.

Đ o ó: $\max|\tau_{zy}| = \max\{\max|\tau_{zy}^{(1)}|, \max|\tau_{zy}^{(2)}|\}$

3. TT Sph ng c bi t:

❖ **M t c t ngang nguy hi m là m t c t ngang có Q_y, M_x cùng l n.**

❖ **i m c n ki m tra b n** trên mcn là nh ng i m n m gi a mép và ng trung hòa. L u ý u tiên ki m tra i m mà b r ng m t c t qua ó nh b t th ng.

❖ **i u ki n b n:**

➤ N u v t li u đ o:

♦ Theo thuy t b n ng su t ti p l n nh t: $\sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$ (*)

♦ Theo thuy t b n TNB HD: $\sqrt{\sigma_z^2 + 3\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$ (**)

L u ý:

N u $\sqrt{(\max|\sigma_z|)^2 + 4(\max|\tau_{zy}|)^2} \leq [\sigma]$ thì (*) th a m ãn.

N u $\sqrt{(\max|\sigma_z|)^2 + 3(\max|\tau_{zy}|)^2} \leq [\sigma]$ thì (**) th a m ãn.

➤ N u v t li u đ òn:

*Theo thuy t b n Mohr: $\frac{1-\alpha}{2}\sigma_z + \frac{1+\alpha}{2}\sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]_k$

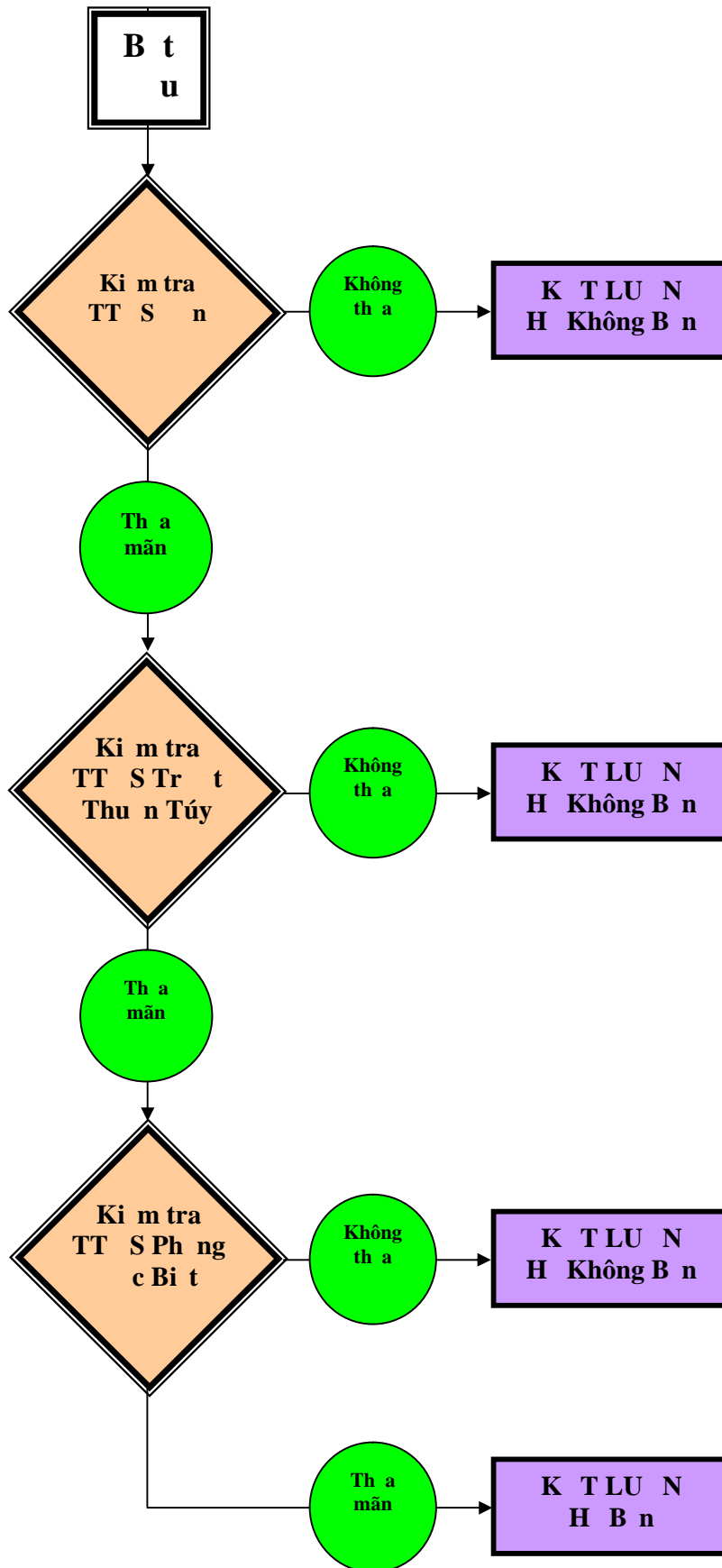
(v i $\alpha = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_n}$)

II. BA D NG BÀI TOÁN C B N

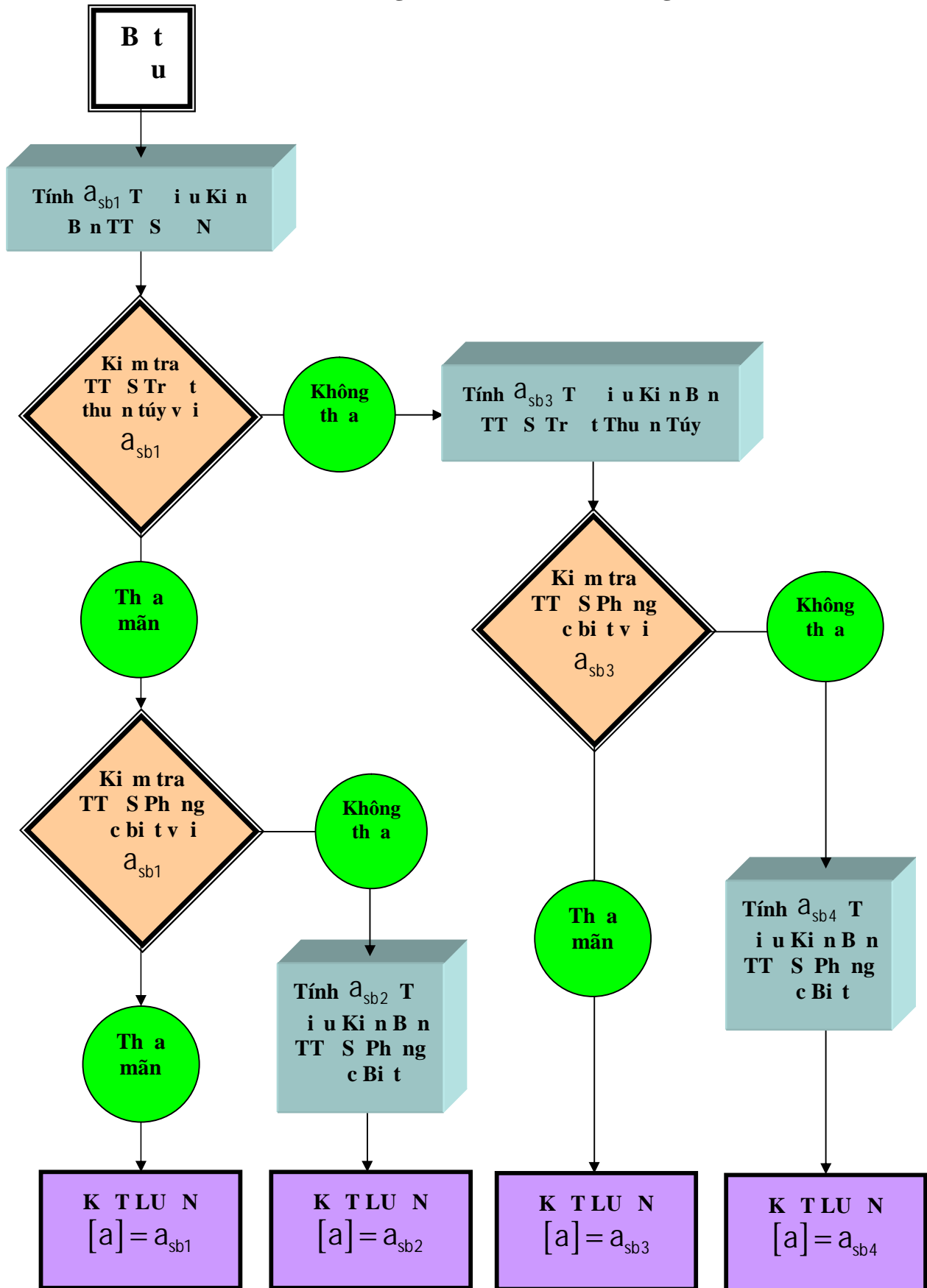
1. *Ki m tra b n*
2. *Ch n kích th c c a m t c t*
3. *Xác nh t i tr ng cho phép.*

CÁCH GI I

1. S th c hành bài toán KI M TRA B N

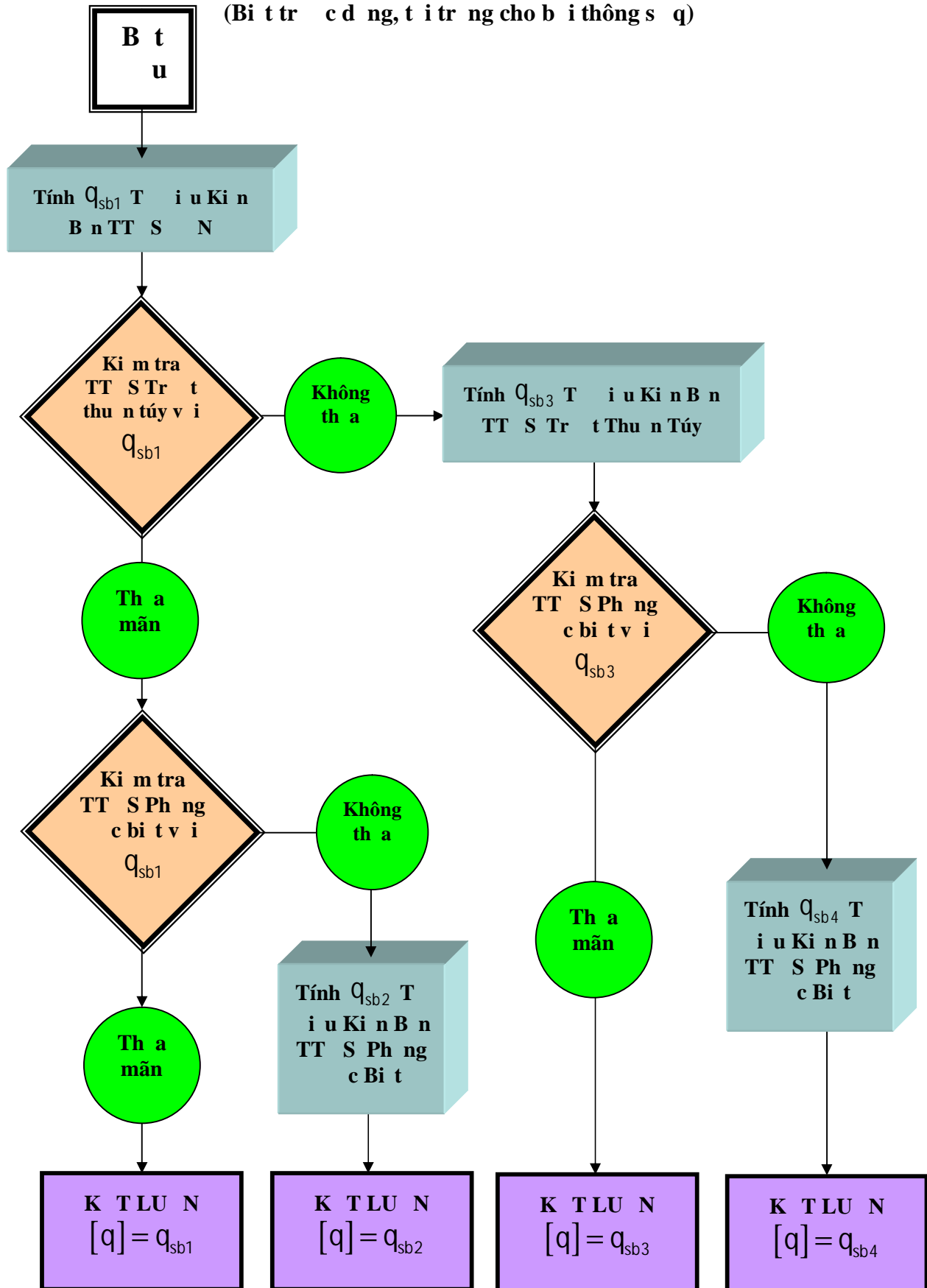


2.5 Thuật toán TÌM GIÁ TR THÔNG SỐ KÍCH THƯỚC CHO PHÉP
(Biểu trình hình dòng, kích thước cho biến thông số a)



3.5 Thuật toán TÌM GIÁ TRỊ TỐI ƯU CHO PHÉP

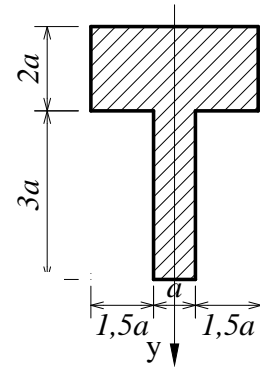
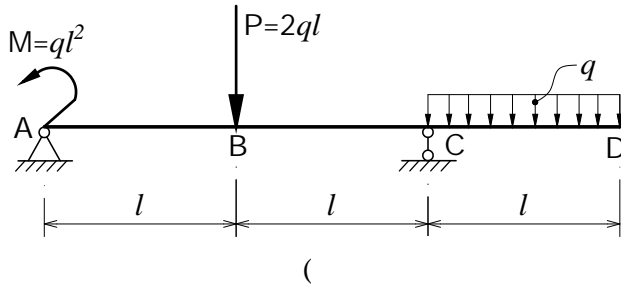
(Biết trước q và t để tìm giá trị cho b và i thông số q)



Đ ng 1: Ki m tra b n.

Cho h ch u l c nh hình có m t c t ngang t ng ng.

Bi t $l=1m, q=2kN/m, [\]=16 / ^2, =2$



1.1: Tính các ph n l c liên k t theo q, l .

1.2: V các bi u n i l c (Q_y), (M_x) theo q, l .

1.3: Tính mômen quán tính chính trung tâm J_x c a m t c t ngang theo kích th c a.

1.4: Tính mômen t nh S_x^c c a ph n hình b c t b i ng trung hòa theo kích th c a.

1.5: Tìm ng su t pháp l n nh t $\max|\sigma|$ trên d m.

1.6: Tìm ng su t ti p l n nh t $\max|\tau|$ trên d m.

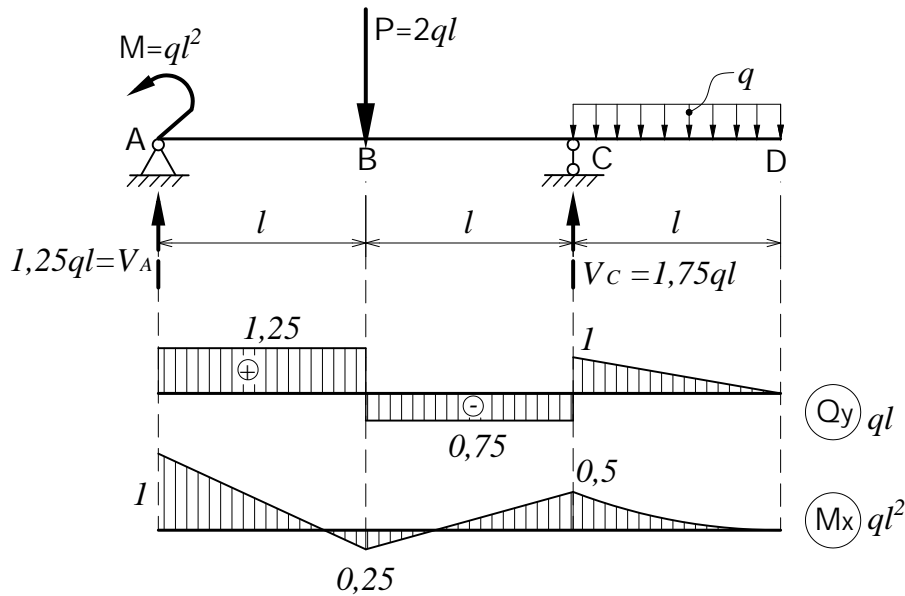
1.7: Ki m tra b n c a d m.

Bài gi i:

1.1: Tính các ph n l c liên k t theo q, l .

$$\begin{cases} \sum Y = 0 \\ \sum m_{(A)} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A + V_C = 3ql \\ V_C \cdot 2l + ql^2 - 2ql \cdot l - ql \cdot (2,5l) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A = 1,25ql \\ V_C = 1,75ql \end{cases}$$

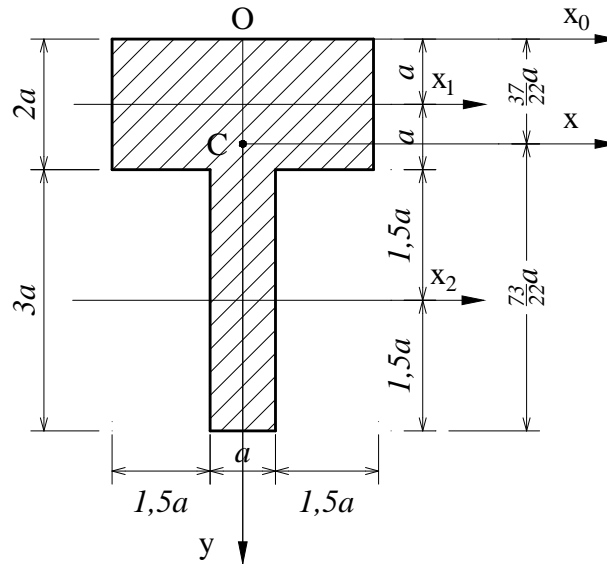
1.2: V các bi u n i l c (Q_y), (M_x) theo q, l .



1.3: Tính mômen quán tính chính trung tâm J_x của mặt cắt ngang theo kích thước a.

❖ Xác định tâm mặt cắt ngang: Chọn hệ trục tính Ox_0y :

$$\begin{cases} x_{0C} = \frac{S_y}{F} \\ y_C = \frac{S_x}{F} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{S_x^{(1)} + S_x^{(2)}}{F_1 + F_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{8a^2 \cdot a + 3a^2 \cdot 3,5a}{8a^2 + 3a^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{37}{22}a \end{cases}$$



❖ Hệ trục quán tính chính trung tâm là Cxy .

$$J_x = J_x^{(1)} + J_x^{(2)} = \frac{2449}{132} a^4 \approx 18,553a^4 = 296,848 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$J_x^{(1)} = J_{x_1}^{(1)} + \left(\frac{37}{22} - 1\right)^2 a^2 \cdot F_1 = \frac{4a \cdot (2a)^3}{12} + \left(\frac{37}{22} - 1\right)^2 a^2 \cdot 8a^2 = \frac{2318}{363} a^4$$

$$J_x^{(2)} = J_{x_2}^{(2)} + \left(\frac{73}{22} - 1,5\right)^2 a^2 \cdot F_2 = \frac{a \cdot (3a)^3}{12} + \left(\frac{73}{22} - 1,5\right)^2 a^2 \cdot 3a^2 = \frac{5889}{484} a^4$$

1.4: Tính mômen tĩnh S_x^c của phần hình chữ nhật trung hòa theo kích thước a.

$$S_x^c = \frac{4a}{2} \left(\frac{37}{22}a\right)^2 = \frac{1369}{242} a^3 \approx 5,657a^3 = 45,256 \text{ (cm}^3\text{)}$$

1.5: Tìm ứng suất pháp lớn nhất $\max|\sigma|$ trên dầm. Mặt cắt ngang nguy hiểm tại A có

$$\max|M_x| = ql^2 = 200 \text{ (kN.cm) c ứng phía trên}$$

$$\max|\sigma_z| = \frac{\max|M_x|}{J_x} \Big|_{y_{\max}^{k,n}} = \frac{200}{296,848} \cdot \frac{73}{22} a = \frac{200}{296,848} \cdot \frac{73}{22} \cdot 2 \approx 4,4712 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

$$V \text{ y: } \max|\sigma| = 4,4712 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

1.6: Tìm ứng suất tiếp lớn nhất $\max|\tau_{zy}|$ trên dầm.

Mặt cắt ngang có ứng suất tiếp lớn nhất là các mặt cắt trong đoạn AB.

$$\max|Q_y| = 1,25ql = 1,25 \cdot 2 = 2,5 \text{ (kN)}$$

❖ Trên ứng trung hòa:

$$\tau_{zy}^{(1)} = \frac{\max |Q_y| S_x^c}{J_x b^c} = \frac{2,5.45,256}{296,848.4a} = \frac{2,5.45,256}{296,848.4.2} \approx 0,0476 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

❖ Tìm vị trí tiếp giáp giữa bụng và cánh mặt cắt ngang:

$$\tau_{zy}^{(2)} = \frac{\max |Q_y| S_{x(2)}^c}{J_x b_{(2)}^c} = \frac{2,5.4,5a^3}{296,848.a} = \frac{2,5.4,5a^2}{296,848} = \frac{2,5.4,5.2^2}{296,848} = 0,1516 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

Vậy: $\max |\tau_{zy}| = \max \{ \tau_{zy}^{(1)}, \tau_{zy}^{(2)} \} = 0,1516 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

1.7: Kiểm tra bền cắt:

❖ Kiểm tra bền phân tử: (mép trên mép dưới) $\max |\sigma_z| = 4,4712 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

Nhận thấy: $\max |\sigma_z| = 4,4712 \text{ (kN/cm}^2\text{)} < [\sigma] = 16 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$. Vậy phân tử bền.

❖ Kiểm tra bền phân tử trượt: tủy:

Trên trục trung hòa của mặt cắt AB: $\tau_{zy}^{(1)} = 0,0476 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

ng suất tiếp liền kề trên mặt cắt có $M_x = 0$ trên trục AB: $\tau_{zy}^{(2)} = 0,1516 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

Vậy vị trí tiếp giáp giữa bụng và cánh mặt cắt ngang là

$$\max |\tau_{zy}| = \max \{ \tau_{zy}^{(1)}, \tau_{zy}^{(2)} \} = 0,1516 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

Theo thuyết bền ng suất tiếp liền kề:

$$\max |\tau_{zy}| = 0,1516 \text{ (kN/cm}^2\text{)} < \frac{[\sigma]}{2} = 8 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$
. Vậy phân tử bền.

❖ Kiểm tra phân tử lệch: (mặt cắt ngang có M_x, Q_y : cùng 1 n)

Mặt cắt chẻ phân tử lệch là mặt cắt A.

Giả sử là vị trí có TT S lệch trên mặt cắt thì:

Theo thuyết bền ng suất tiếp liền kề:

$$KB: \sqrt{\sigma_{(K)}^2 + 4 \tau_{(K)}^2} \leq [] \quad (*)$$

✗ Trong bài toán kiểm tra bền, ta có thể kiểm tra như sau:

Trên dầm, ta luôn có:
$$\begin{cases} |\sigma_{(K)}| \leq \max |\sigma_z| \\ |\tau_{(K)}| \leq \max |\tau_{zy}| \end{cases}$$

✧ Nếu $\sqrt{(\max |\sigma_z|)^2 + 4(\max |\tau_{zy}|)^2} \leq []$ thì (*) thỏa mãn.

Áp dụng: $\sqrt{(\max |\sigma_z|)^2 + 4(\max |\tau_{zy}|)^2} = \sqrt{(4,4712)^2 + 4(0,1516)^2} = 4,4814 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

Nhận thấy: $4,4814 \text{ (kN/cm}^2\text{)} < [] = 16 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ nên (*) thỏa mãn.

✧ Nếu bất phương trình $\sqrt{(\max |\sigma_z|)^2 + 4(\max |\tau_{zy}|)^2} \leq []$ không thỏa mãn thì tiến hành như sau:

Tìm mặt cắt A: $|M_x| = 200 \text{ (kN.cm)}$, $Q_y = 2,5 \text{ (kN)}$. Ta chọn kho sát vị trí K phía

dưới trục cách trục x m t o n là t. $t \in (\frac{7}{11} \text{ cm}, \frac{73}{11} \text{ cm})$

$$|\sigma_{(K)}(t)| = \frac{|M_x|}{J_x} t = \frac{200}{296,848} t = 0,6737.t$$

$$\begin{aligned} \sigma_{(K)}(t) &= \frac{|Q_y| S_x^c(t)}{J_x \cdot b^c(t)} = \frac{2,5}{296,848.2} \cdot \left(\frac{5329}{121} - t^2 \right) = 4,21.10^{-3} (40,041 - t^2) \\ &+ b^c(t) = a = 2 \text{ (cm)} \\ &+ S_x^c(t) = \frac{2 \cdot \left(\frac{73}{11} - t \right) \cdot \left(\frac{73}{11} + t \right)}{2} = \left(\frac{5329}{121} - t^2 \right) \end{aligned}$$

Xét hàm :

$$\begin{aligned} f(t) &= \sigma_{(K)}^2(t) + 4 \sigma_{(K)}^2(t) = (0,6737 \cdot t)^2 + 4 \cdot \left[4,21.10^{-3} (40,041 - t^2) \right]^2 \\ &= (0,6737 \cdot t)^2 + 4 \cdot \left(4,21.10^{-3} \right)^2 (40,041 - t^2)^2 = 7,0896.10^{-5} t^4 + 0,4482 t^2 + 0,1137 \end{aligned}$$

$$t \quad X = t^2, \quad X \in \left(\frac{49}{121} \text{ cm}^2, \frac{5329}{121} \text{ cm}^2 \right)$$

Ta có: $f(X) = 7,0896.10^{-5} X^2 + 0,4482 X + 0,1137$

Ta nhận thấy: $\max f(X) < f\left(\frac{5329}{121}\right) = 20$

$$\max f(t) = \sigma_{(K)}^2(t) + 4 \sigma_{(K)}^2(t) < 20$$

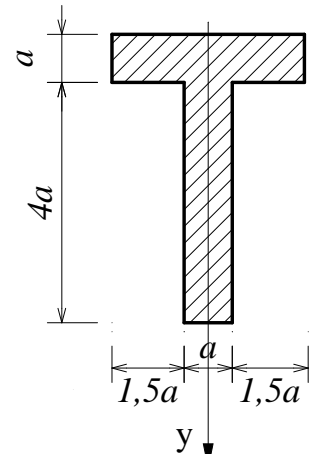
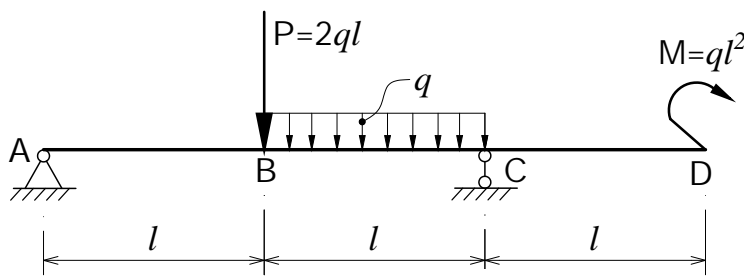
$$\Rightarrow \max \sqrt{\sigma_{(K)}^2(t) + 4 \sigma_{(K)}^2(t)} < 4,47 \text{ (kN/cm}^2\text{)} < [\quad] = 16 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

K t l u n: H t r ê n b n.

Dạng 2: Tìm kích thước mặt cắt ngang

Cho hình chụm hình có mặt cắt ngang tổng quát.

Biết $l=1m, q=2kN/m, [\sigma]=16 \text{ MPa}$



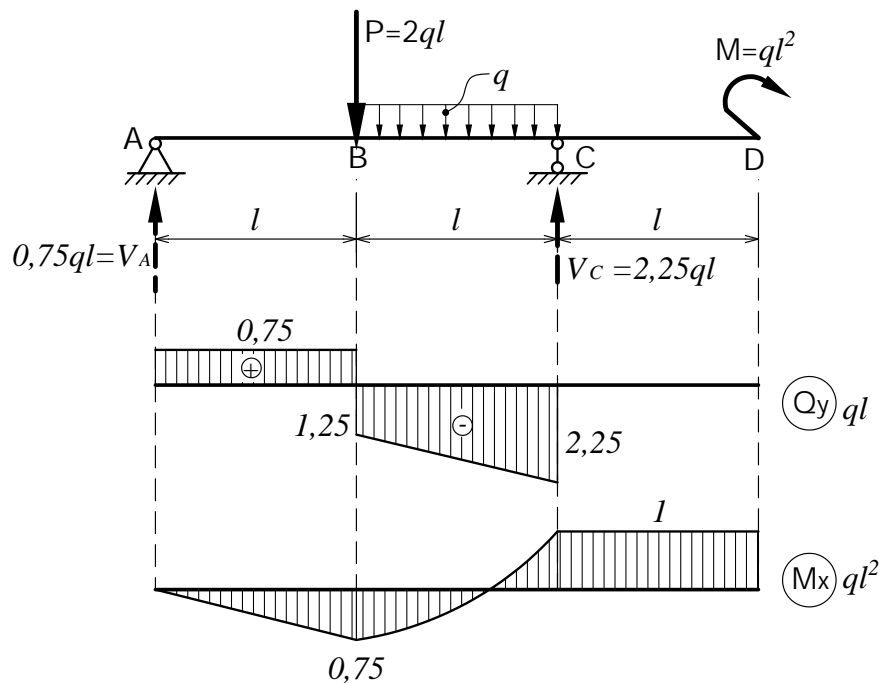
- 1.1: Tính các phản lực liên kết theo q, l .
- 1.2: Vẽ các biểu đồ nội lực (Q_y), (M_x) theo q, l .
- 1.3: Tính mômen quán tính chính trung tâm J_x^c của mặt cắt ngang theo kích thước a .
- 1.4: Tính mômen tĩnh S_x^c của phần hình chữ nhật trung hòa theo kích thước a .
- 1.5: Tìm kích thước a cho phép $[\sigma]$ đảm bảo.
- 1.6: Vẽ giá trị $[\sigma]$ và tìm vị trí, tìm ứng suất tỉ lệ lớn nhất $|\max|\tau|$ trên dầm.

Bài giải:

1.1 : Tính các phản lực liên kết theo q, l .

$$\begin{cases} \sum Y = 0 \\ \sum m_{(A)} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A + V_C = 3ql \\ V_C \cdot 2l - ql^2 - 2ql \cdot l - ql \cdot (1,5l) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A = 0,75ql \\ V_C = 2,25ql \end{cases}$$

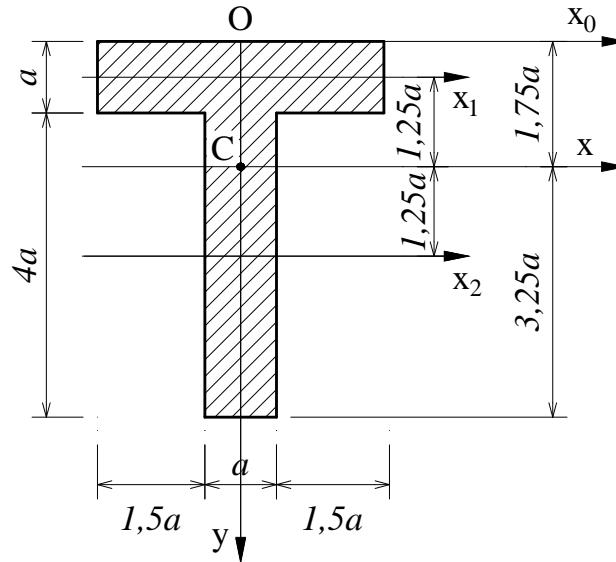
1.2: Vẽ các biểu đồ nội lực (Q_y), (M_x) theo q, l .



1.3: Tính mômen quán tính chính trung tâm J_x của mặt cắt ngang theo kích thước a.

❖ Xác định tâm mặt cắt ngang: Chọn hệ trục tính Ox_0y :

$$\begin{cases} x_{0C} = \frac{S_y}{F} \\ y_C = \frac{S_x}{F} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{S_x^{(1)} + S_x^{(2)}}{F_1 + F_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{4a^2 \cdot 0,5 \cdot a + 4a^2 \cdot 3a}{4a^2 + 4a^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = 1,75a \end{cases}$$



❖ Hệ trục quán tính chính trung tâm là Cxy .

$$J_x = J_x^{(1)} + J_x^{(2)} = \frac{109}{6} a^4 \approx 18,167a^4$$

$$J_x^{(1)} = J_{x_1}^{(1)} + 1,25^2 \cdot a^2 \cdot F_1 = \frac{4a \cdot a^3}{12} + 1,25^2 \cdot a^2 \cdot 4a^2 = \frac{79}{12} a^4$$

$$J_x^{(2)} = J_{x_2}^{(2)} + 1,75^2 \cdot a^2 \cdot F_2 = \frac{a \cdot (4a)^3}{12} + 1,25^2 \cdot a^2 \cdot 4a^2 = \frac{139}{12} a^4$$

1.4: Tính mômen tĩnh S_x^c của phần hình chữ nhật trung hòa theo kích thước a.

$$S_x^c = \frac{a}{2} (3,25a)^2 = \frac{169}{32} a^3 = 5,28125a^3$$

1.5: Tìm kích thước cho phép $[a]$ (cm) để đảm bảo:

Tính số kích thước theo điều kiện bền TT S n:

Mặt cắt ngang nguy hiểm thuộc đoạn CD:

Tải trọng: $\max |M_x| = ql^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 \text{ (kN.m)} = 200 \text{ (kN.cm)}$: ứng trên

$$\max |z| = \frac{\max |M_x|}{J_x} |y_{\max}^{k,n}| = \frac{200}{18,167a^4} \cdot 3,25a = \frac{35,7791}{a^3}$$

$$\text{điều kiện bền: } \max |z| \leq [] \Rightarrow \frac{35,7791}{a^3} \leq 16 \Rightarrow a \geq \sqrt[3]{\frac{35,7791}{16}} = 1,308 \text{ (cm)}$$

Chọn $a_{sb} = 1,308 \text{ (cm)}$

Kiểm tra kích thước theo tiêu chuẩn TT S tr t thu n túy:

Mặt cắt ngang nguy hiểm bên trái C. Nhận thấy rằng trung hòa đi qua trục có bán kính mặt cắt nhỏ nhất. Vì vậy trên mặt cắt này, nhúng trục trung hòa có ứng suất tỉ lệ nhất, nhúng trục này có TT S tr t thu n túy nguy hiểm nhất.

Theo thuyết bán ứng suất tỉ lệ nhất:

$$\max |\tau_{zy}| = \frac{\max |Q_y| \cdot S_x^c}{J_x \cdot b^c} \leq \left[\tau \right] = 8 \text{ (kN/cm}^2\text{)},$$

Trong đó:

$$\max |Q_y| = 2,25ql = 2,25 \cdot 2 \cdot 1 = 4,5 \text{ (kN)}$$

$$S_x^c = 5,28125(a_{sb})^3 = 5,28125 \cdot (1,308)^3 = 11,8184 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$J_x = 18,167(a_{sb})^4 = 18,167 \cdot (1,3)^4 = 53,1758 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$b^c = a_{sb} = 1,308 \text{ (cm)}$$

Do đó: $\max |\tau_{zy}| = \frac{4,5 \cdot 11,8184}{53,1758 \cdot 1,308} = 0,7646 \text{ (kN/cm}^2\text{)} \leq 8 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$: thỏa mãn.

Kiểm tra theo tiêu chuẩn TT S ph ứng c bi t:

* **Kiểm tra công thức:** $\sqrt{(\max |\sigma|)^2 + 4(\max |\tau|)^2} \leq [\sigma]$

Ta có: $\sqrt{(16)^2 + 4(0,7646)^2} \text{ (kN/cm}^2\text{)} \leq 16 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ không thỏa nên phải kiểm tra như sau:

Mức nguy hiểm tại C tr : $\begin{cases} |Q_y| = 2,25ql = 4,5 \text{ (kN)} \\ |M_x| = ql^2 = 200 \text{ (kN.cm)} \end{cases}$

Ta chọn kho sát trục K phía dưới trục cách trục m t o n là t. $t \in (0; 4,251 \text{ cm})$

$$|\sigma_{(K)}(t)| = \frac{|M_x|}{J_x} t = \frac{200}{53,1758} t = 3,7611 t$$

$$\tau_{(K)}(t) = \frac{|Q_y| S_x^c(t)}{J_x \cdot b^c(t)} = \frac{4,5}{53,1758 \cdot 1,308} \cdot 0,654 \cdot (18,071 - t^2) = 42,31 \cdot 10^{-3} (18,071 - t^2)$$

$$+ b^c(t) = a_{sb} = 1,3 \text{ (cm)}$$

$$+ S_x^c(t) = \frac{1,308 \cdot (4,251 - t) \cdot (4,251 + t)}{2} = 0,654 \cdot (18,071 - t^2)$$

Xét hàm: $f(t) = \sigma_{(K)}^2(t) + 4 \tau_{(K)}^2(t) = (3,7611 t)^2 + 4 \cdot [42,31 \cdot 10^{-3} (18,071 - t^2)]^2$

$$= (3,7611 t)^2 + 4 \cdot (42,31 \cdot 10^{-3})^2 (18,071 - t^2)^2$$

$$= (3,7611 t)^2 + 7,1605 \cdot 10^{-3} (326,561 - 36,142 t^2 + t^4)$$

$$= 7,1605 \cdot 10^{-3} t^4 + 13,887 t^2 + 2,3383$$

$$t \rightarrow X = t^2, \quad X \in (0; 18,071 \text{ cm}^2)$$

Ta có: $f(X) = 7,1605 \cdot 10^{-3} X^2 + 13,887 X + 2,3383$

Nhận thấy: $\max f(X) < f(18,071) = 255,62$

$$\max f(t) = \frac{2}{(K)}(\dot{\quad}) + 4 \frac{2}{(K)}(\dot{\quad}) < 255,62$$

$$\Rightarrow \max \sqrt{\frac{2}{(K)}(\#) \quad 4 \frac{2}{(K)}(t) \quad 16(kN/cm^2)} [=] 16(kN/cm^2)$$

Th a m ̃ n i u k i n b n .

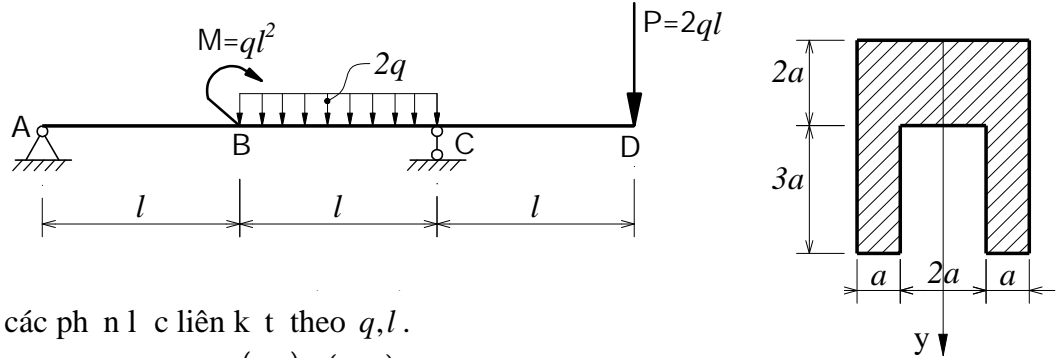
Kích th c c n ch n [a] = a_{sb} = 1,308 (cm)

1.6: V i giá tr [a] v a tìm c thì: max|τ| = 0,7646(kN/cm²)

D ̃ ng 3: Tìm t i tr ng cho phép

Cho h ch u l c nh h ̃ nh c ̃ m t c t ngang t ng ng.

Bi t l = 1m, [] = 16 / ², = 2



1.1: Tính các ph n l c liên k t theo q, l .

1.2: V các bi u n i l c (Q_y), (M_x) theo q, l .

1.3: Tính mômen quán tính chính trung tâm J_x c a m t c t ngang theo kích th c a .

1.4: Tính mômen t nh S_x^c c a ph n h ̃ nh b c t b i ng trung hòa theo kích th c a .

1.5: Tìm t i tr ng cho phép [q](kN/m) d m b n .

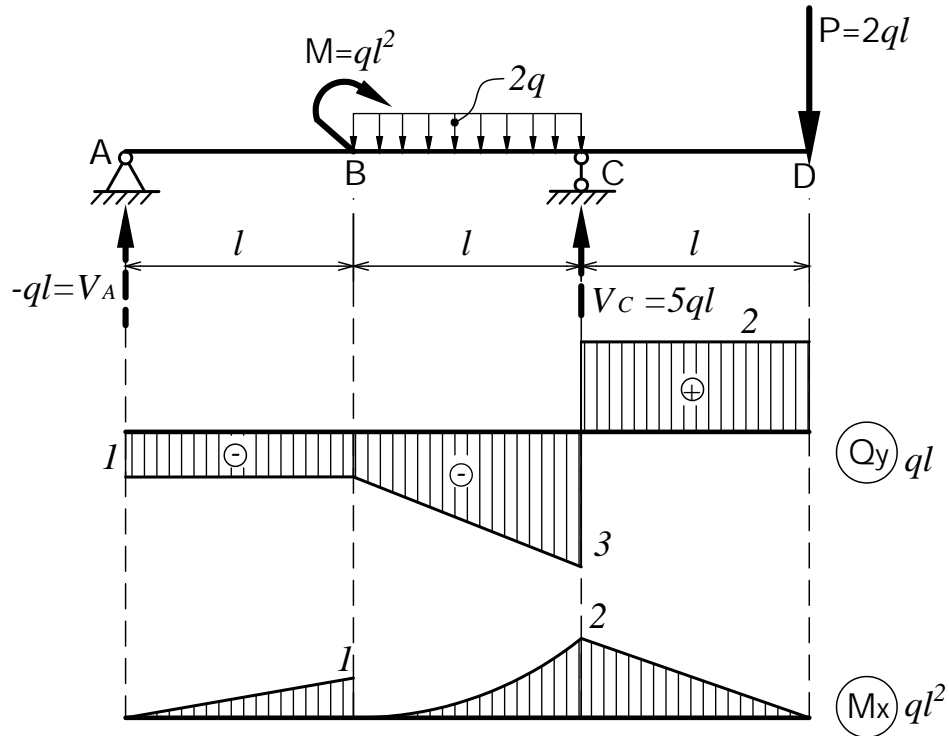
1.6: V i giá tr [q] v a tìm c, tìm ng su t t i p l n nh t max|τ| trên d m .

Bài gi i:

1.1 : Tính các ph n l c liên k t theo q, l .

$$\begin{cases} \sum Y = 0 \\ \sum m_{(A)} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A + V_C = 4ql \\ V_C \cdot 2l - ql^2 - 2ql \cdot 1,5l - 2ql \cdot 3l = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A = -ql \\ V_C = 5ql \end{cases}$$

1.2: V các bi u n i l c (Q_y), (M_x) theo q, l .

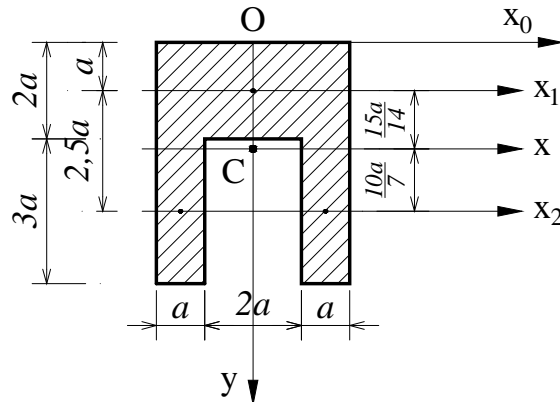


1.3: Tính mômen quán tính chính trung tâm J_x của mặt cắt ngang theo kích thước a.

❖ Xác định tâm trọng tâm ngang:

Chọn hệ trục tính Ox_0y :

$$\begin{cases} x_{0C} = \frac{S_y}{F} \\ y_C = \frac{S_x}{F} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{S_x^{(1)} + S_x^{(2)}}{F_1 + F_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{8a^2 \cdot a + 2 \cdot a \cdot 3a \cdot 3,5a}{8a^2 + 6a^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{0C} = 0 \\ y_C = \frac{29}{14}a = \frac{29}{7}(cm) \end{cases}$$



❖ Hệ trục quán tính chính trung tâm là Cxy .

$$J_x = J_x^{(1)} + 2J_x^{(2)} = \frac{1201}{42}a^4 \approx 28,595a^4 = 457,52 (cm^4)$$

$$J_x^{(1)} = \frac{4a \cdot (2a)^3}{12} + \left(\frac{15a}{14}\right)^2 \cdot 8a^2 = \frac{1742}{147}a^4$$

$$J_x^{(2)} = \frac{a \cdot (3a)^3}{12} + \left(\frac{10}{7}a\right)^2 \cdot 3a^2 = \frac{1641}{196}a^4$$

1.4: Tính mômen tĩnh S_x^c của phần hình chữ nhật trung hòa theo kích thước a.

$$S_x^c = 2 \cdot \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{41}{14}a\right)^2 = \frac{1681}{196}a^3 = 8,57653a^3 = 68,61224 \text{ (cm}^3\text{)}$$

1.5: Tìm tỉ trọng cho phép $[q]$ (kN/m) để đảm bảo.

Tìm tỉ trọng s b theo tỉ lệ khối lượng suất n:

Mặt nguy hiểm: tại C

$$\max |M_x| = |M_x^{(C)}| = 2ql^2 = 2q \cdot 1^2 = 2q \text{ (kN.m)} = 200q \text{ (kN.cm)}, \text{ c ng trên.}$$

trong $[q]$: (kN/m)

$$\max |z| = \frac{\max |M_x|}{J_x} |y_{\max}^{k,n}| = \frac{200q}{457,52} \cdot \frac{41}{7} = 2,5603 \cdot q \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

tiêu chuẩn:

$$\max |z| \leq [] \Rightarrow 2,5603 \cdot q \leq 16 \Rightarrow q_{sb} = 6,24 \text{ (kN/m)}$$

Kiểm tra tỉ trọng s b với tiêu chuẩn TT S tr t thu n túy:

$$\text{Mặt nguy hiểm ngay bên trái g i C: } \max |Q_y| = 3q_{sb}l = 3 \cdot 6,24 \cdot 1 = 18,72 \text{ (kN)}$$

Kiểm tra nh ng i m n m trên ng trung hòa:

$$\max |z_y| = \frac{\max |Q_y| \cdot S_x^c}{J_x \cdot b^c} \leq \left[\frac{ }{ } \right] = 8 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

$$\max |z_y| = \frac{18,72 \cdot 68,61224}{457,52 \cdot 4} = 0,701 \text{ (kN/cm}^2\text{)} \leq 8 \text{ (kN/cm}^2\text{)}: \text{ th a m n}$$

Kiểm tra tiêu chuẩn TT S ph ng c bi t: không cần kiểm tra vì ta đã kiểm tra trên mặt cắt bên trái C cho 2 kb n trên, mà mcn bên trái C là mcn có mômen và l c c t cùng l n. ng th i ng trung hòa n m trên b r ng h p nh t, do ó i u ki n b n nh t nh s th a m n.

Có thể kiểm tra l i nh sau:

$$\text{Mcn nguy hiểm tại C tr : } \begin{cases} |Q_y| = 3q_{sb}l = 3 \cdot 6,24 \cdot 1 = 18,72 \text{ (kN)} \\ |M_x| = q_{sb}l^2 = 6,24 \cdot 1^2 = 6,24 \text{ (kN.m)} = 624 \text{ (kN.cm)} \end{cases}$$

Ta chọn kho sát i m K phía d i tr c x cách tr c x m t o n là t. $t \in (0; \frac{41}{7} \text{ cm})$

$$|M_x(t)| = \frac{|M_x|}{J_x} t = \frac{624}{457,52} \cdot t = 1,3637 \cdot t$$

$$|Q_y(t)| = \frac{|Q_y| \cdot S_x^c(t)}{J_x \cdot b^c(t)} = \frac{18,72}{457,52 \cdot 4} \cdot 2 \cdot (34,306 - t^2) = 20,45 \cdot 10^{-3} (34,306 - t^2)$$

$$+ b^c(t) = 2a = 4 \text{ (cm)}$$

$$+ S_x^c(t) = 2 \cdot \frac{\left(\frac{41}{7} - t\right) \cdot \left(\frac{41}{7} + t\right)}{2} = 2 \cdot (34,306 - t^2)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Xét hàm : } f(t) &= \frac{2}{(K)}(\cdot) + 4 \frac{2}{(K)}(\cdot) = (2,7277 \cdot t)^2 + 4 \cdot [20,45 \cdot 10^{-3} (34,306 - t^2)]^2 \\
 &= (2,7277 \cdot t)^2 + 4 \cdot (20,45 \cdot 10^{-3})^2 (34,306 - t^2)^2 \\
 &= (2,7277 \cdot t)^2 + 1,6728 \cdot 10^{-3} (1176,9 - 68,612 t^2 + t^4) \\
 &= 1,6728 \cdot 10^{-3} t^4 + 7,3258 t^2 + 1,9687
 \end{aligned}$$

$$t \in X = t^2, \quad X \in (0; 34,306 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Ta có: } f(X) = 1,6728 \cdot 10^{-3} X^2 + 7,3258 X + 1,9687$$

$$\text{Nhãn th y: } \max f(X) < f(34,306) = 255,55$$

$$\max f(t) = \frac{2}{(K)}(\cdot) + 4 \frac{2}{(K)}(\cdot) < 255,55$$

$$\Rightarrow \max \sqrt{\frac{2}{(K)}(\cdot) + 4 \frac{2}{(K)}(\cdot)} = 16(\text{kN/cm}^2) \quad [=] \quad 16(\text{kN/cm}^2)$$

Tham khảo tài liệu kỹ thuật.

$$\text{Trọng lượng của trục } [q] = q_{sb} = 6,24 \text{ (kN.m)}$$

$$\text{V trục: } [q] = 6,24 \text{ (kN/m)}$$

1.6: Xác định giá trị $[q]$ và tìm tải trọng trục, tìm ứng suất tối đa $|\tau|$ trên trục.

$$\text{Ta có: } \max |\tau| = 0,701 \text{ (kN/cm}^2)$$