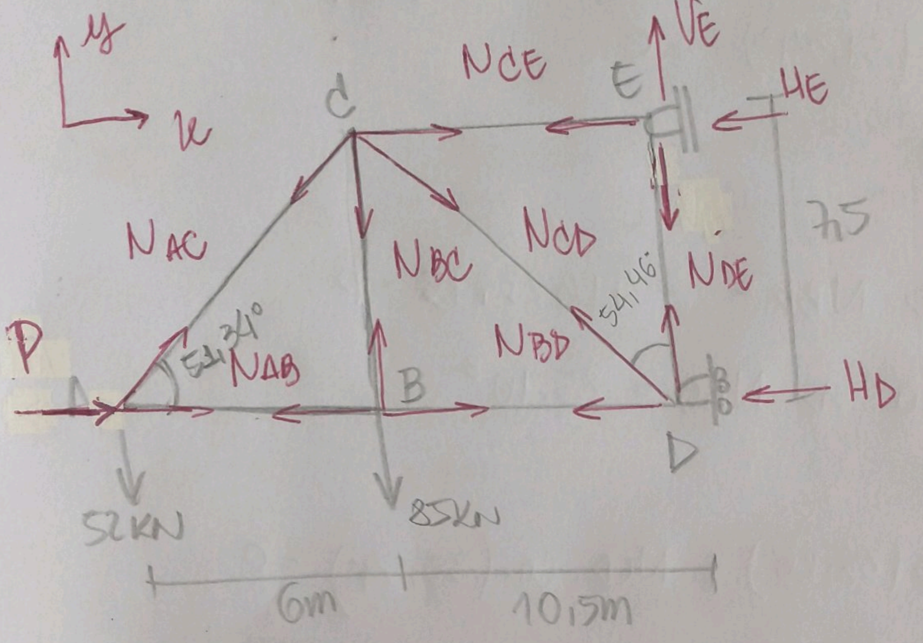
Mec 3 - PROVA 04 24/09/2021

Rayane dos Santos Silva

Q.01 Calcular o deslocamento horizontal em A:



$A_b = 1600\ mm^2$

$E = 200GPa$

$L_{AB} = 6m$

$L_{AC} = 9{,}6047m$

$L_{BC} = 7{,}5m$

$L_{CE} = 10{,}5m$

$L_{BD} = 10{,}5m$

$L_{DE} = 7{,}5m$

$L_{CD} = 12{,}9035m$

(I)

$\sum F_V = 0$ $\qquad$ $\sum F_H = 0$

$V_E = 137\ KN$ $\qquad$ $-H_E - H_D + H_A = 0$

$H_E = 233{,}4\ KN \rightarrow$

$M_E = 0$

$-H_D \cdot 7{,}5 + 52 \cdot 16{,}5 + 85 \cdot 10{,}5 + H_A \cdot 7{,}5 = 0$

$(-H_D + H_A) \cdot 7{,}5 = 1750{,}5$

$-H_D + H_A = 233{,}4\ KN$

$H_D = -233{,}4\ KN + H_A$

(II) Método dos nós:

$$\sum F_{HA} \Rightarrow N_{AB} - H_A + N_{AC} \cdot \cos(51{,}34°) = 0$$

$$N_{AB} - H_A + 0{,}625\, N_{AC} = 0 \Rightarrow N_{AC} = -1{,}6\, N_{AB} - 1{,}6\, H_A$$

$$N_{AB} = -41623{,}75 - P$$

$$\sum F_{VA} \Rightarrow -52 \cdot 10^3 + N_{AC} \cdot \operatorname{sen}(51{,}34°) = 0$$

$$N_{AC} = 66{,}59 \text{ kN}$$

$$\sum F_{HB} \Rightarrow N_{BD} = N_{AB} \Rightarrow N_{BD} = -41623{,}75 - P$$

$$\sum F_{VB} \Rightarrow -85 \cdot 10^3 + N_{BC} = 0 \Rightarrow N_{BC} = 85 \cdot 10^3$$

$$\sum F_{HC} \Rightarrow N_{CE} - N_{AC} \cdot \operatorname{sen}(38{,}66°) + N_{CD} \cdot \cos(35{,}54°) = 0$$

$$N_{CE} = 233{,}395 \text{ kN}$$

$$\sum F_{VC} \Rightarrow -N_{BC} - N_{AC} \cdot \cos(38{,}66°) - N_{CD} \cdot \cos(54{,}46°) = 0$$

$$N_{CD} = -235{,}7 \text{ kN}$$

$$\sum F_{HD} \Rightarrow -H_D - N_{BD} - N_{CD} \cdot \cos(35{,}54°) = 0$$

$$\sum F_{VD} \Rightarrow N_{DE} + N_{CD} \cdot \cos(54{,}46°) = 0$$

$$N_{DE} = 137{,}005 \text{ kN}$$

$$\sum F_{HE} \Rightarrow -H_E - N_{CE} = 0 \Rightarrow H_E = -233{,}395 \text{ kN}$$

$$\sum F_{VE} \Rightarrow V_E = N_{DE}$$

(III) Aplicando o 2º Teorema de Castigliano:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{n} \int_0^{l_i} \frac{N_i}{E_i A_i} \cdot \frac{\partial N_i}{\partial P} \, dx$$

- $$\Delta_{AB} = \int_0^6 \frac{N_{AB}}{EA} \cdot \frac{\partial N_{AB}}{\partial P} \, dx = \int_0^6 \frac{(-41623{,}75 - P)}{EA} (-1) \, dx$$

$$= \int_0^6 \frac{41623{,}75 + P}{EA} \, dx = \left[\frac{41623{,}75x + Px}{EA} \right]_0^6$$

$$= 0{,}0008 \text{ m}$$

- $$\Delta_{AC} = \int_0^{9{,}6} \frac{66{,}598}{EA} \cdot 0 \, dx = 0$$

- $$\Delta_{BD} = \int_0^{10{,}5} \frac{-41623{,}75 - P}{EA} (-1) \, dx = \int_0^{10{,}5} \frac{41623{,}75 + P}{EA} \, dx$$

$$= \left[\frac{41623{,}75x + Px}{EA} \right]_0^{10{,}5} = 0{,}0014 \text{ m}$$

- $$\Delta_{BC} = \int_0^{7{,}5} \frac{85000}{EA} \cdot 0 \, dx = 0$$

- $$\Delta_{CE} = \int_0^{10{,}5} \frac{233.395}{EA} \cdot 0 \, dx = 0$$

- $$\Delta_{CD} = \int_0^{12{,}9} -\frac{235700}{EA} \cdot 0 \, dx = 0$$

- $$\Delta_{DE} = \int_0^{7{,}5} \frac{137005}{EA} \cdot 0 \, dx = 0$$

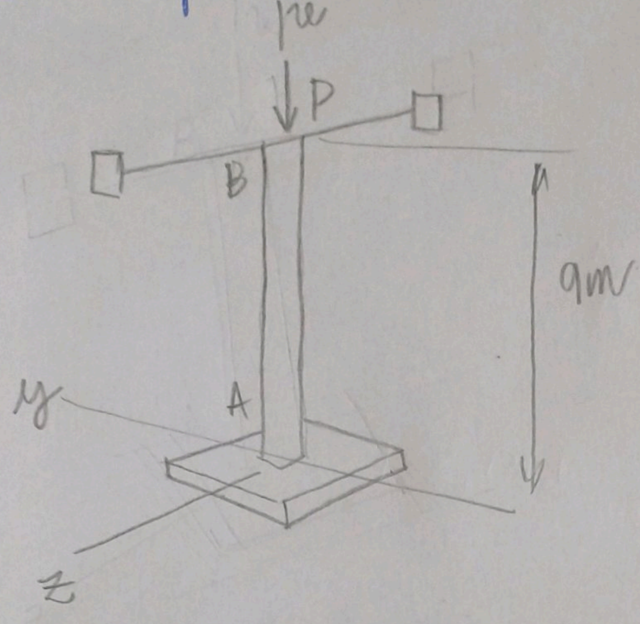
$$\Delta_A = \Delta_{AC} + \Delta_{BD} + \Delta_{BC} + \Delta_{CD} + \Delta_{CE} + \Delta_{DE} + \Delta_{AB}$$

$$= 0 + 0{,}0014 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0{,}0008$$

$$= 0{,}0022\ m = 2{,}2\ mm$$

Como o resultado foi positivo, considera-se que é no mesmo sentido da força, logo o deslocamento em A é de 2,2 mm para direita.

Q.02 Carga admissível do sistema estrutural abaixo:



$\sigma_{adm} = 250$ MPa

$E = 200$ GPa

$I_z = 128 \cdot 10^6 \, mm^4$

$I_y = 18,4 \cdot 10^6 \, mm^4$

$r_z = 130$ mm

Coeficiente de segurança contra flambagem = 2.

(I) Sendo a flambagem em torno do eixo Z:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I_z}{(KL)^2_z} = \frac{\pi^2 \, 200\,000 \cdot 128 \cdot 10^6}{(2 \cdot 9 \cdot 1000)^2} = 779,821 \text{ N} \cong 780 \text{ kN}$$

Tendo o maior valor de K (K=2) por se tratar do eixo de maior resistência, tal que para um menor valor de K teremos um maior Pcr

(II) Flambagem no eixo y:

$$\lambda_z = \frac{KL}{r_z} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^3}{130} = 138,5$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K \cdot L)^2_y} = 915,096 \text{ kN}$$

(III) tensão crítica:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 (200 \cdot 10^3)}{(138,5)^2} = 102,9 \text{ MPa}$$

$\sigma_{cr} < \sigma_{adm}$, A carga crítica é válida

(IV) critério de estabilidade:

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{cr}}{\eta_p} \qquad \sigma = \frac{P}{A} \quad e \quad \sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$$

$$\frac{P}{\cancel{A}} = \frac{P_{cr}}{\cancel{A} \cdot \eta_p} \Rightarrow P \leq \frac{779{,}821}{2}$$

$$P \leq 389{,}91 \text{ KN}$$

tal que a carga admissível é de 389,91 KN para o sistema