

Mecânica dos sólidos 3

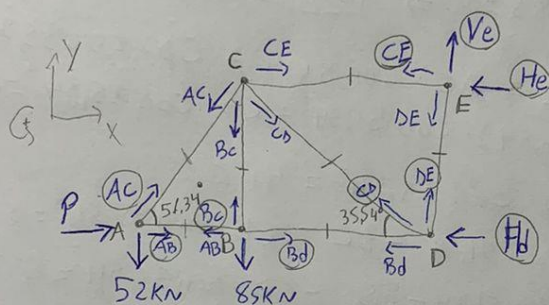
24/09/21

2020-2 - Turma A - Professor: Adeildo Soares

2AB - Pontez

Nome: Lucca Valença Lyra M. Farias

① $A = 0,0016 \text{ m}^2$



Cálculo das reações nos apoios:

$$\Rightarrow \sum F_x = 0 \Rightarrow -H_d + P - H_e = 0 \Rightarrow H_d + H_e = P$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \Rightarrow V_e - 52 - 85 = 0 \Rightarrow V_e = 137 \text{ kN}$$

$$\overset{+}{\curvearrowright} \sum M_E = 0 \Rightarrow -H_d \cdot 7,5 + 85 \cdot 10,5 + 52 \cdot 16,5 + P \cdot 16,5 = 0 \Rightarrow \text{ kN}$$

$$\Rightarrow H_d = P + 233,4, \text{ substituindo em } H_d + H_e = P \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_e = -233,4 \text{ kN}$$

Equilíbrio nos nós:

Nó A: $\sum F_{HA} = P + AB + AC \cdot \cos 51,34^\circ = 0 \Rightarrow AB + AC \cdot \cos 51,34^\circ = -P$;
 $\sum F_{VA} = -52 + AC \cdot \sin 51,34^\circ \Rightarrow \boxed{AC = 66,59 \text{ kN}}$

$$\Rightarrow AB + (66,59) \cdot \cos(51,34^\circ) = -P$$
$$\Rightarrow \boxed{AB = -P - 41,6}$$

Nó B: $\sum F_{HB} = -AB + BD = 0 \Rightarrow \boxed{BD = -P - 41,6}$

$$\sum F_{VB} = BC - 85 = 0 \Rightarrow \boxed{BC = 85 \text{ kN}}$$

Nó C: $\sum F_{HC} = CE - AC \cdot \cos 51,34^\circ + CD \cdot \cos 35,54^\circ = 0$
 $\Rightarrow CE - (66,59) \cdot \cos 51,34^\circ + CD \cdot \cos 35,54^\circ = 0$

$$\Rightarrow CE + CD \cdot \cos 35,54^\circ = 41,6$$
$$\sum F_{VC} = -AC \cdot \sin 51,34^\circ - BC - CD \cdot \sin 35,54^\circ = 0$$
$$\Rightarrow -(66,59) \sin 51,34^\circ - 85 - CD \cdot \sin 35,54^\circ = 0$$
$$\Rightarrow \boxed{CD = -235,70 \text{ kN}}$$

$$\Rightarrow CE + (-89,45) \cdot \cos 35,54^\circ = 41,6 \Rightarrow \boxed{CE = 233,4 \text{ kN}}$$

Nó D: $\sum F_{VD} = DE + CD \cdot \sin 35,54^\circ = 0 \Rightarrow DE + (-89,45) \cdot \sin 35,54^\circ = 0$
 $\Rightarrow \boxed{DE = 137 \text{ kN}}$

Derivadas das funções em relação a P:

$$\frac{dAC}{dP} = 0 ; \frac{dAB}{dP} = -1 ; \frac{dBD}{dP} = -1 ; \frac{dBC}{dP} = 0 ; \frac{dCD}{dP} = 0 ; \frac{dCE}{dP} = 0$$

e $\frac{dDE}{dP} = 0$

Como as cargas, a área e o módulo de elasticidade permanecem constantes, segue que:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \int_0^{L_i} \left(\frac{N_i}{E_i \cdot A_i} \cdot \frac{dN_i}{dp} \right) dx = \sum_{i=1}^n \frac{N_i \cdot L_i}{E_i \cdot A_i} \cdot \frac{dN_i}{dp}$$

Como apenas os trechos AB e BD possuem derivadas não nulas, segue que:

$$\Delta = \frac{AB \cdot L_{AB}}{E \cdot A} \cdot \frac{dAB}{dp} + \frac{BD \cdot L_{BD}}{E \cdot A} \cdot \frac{dBD}{dp} \Rightarrow$$

$$\Delta = \frac{(-p - 41600) \cdot 6}{2 \cdot 10^8 \cdot 0,0016} \cdot (-1) + \frac{(-p - 41600) \cdot 10,5}{2 \cdot 10^8 \cdot 0,0016} \cdot (-1)$$

$$\text{Para } p=0 \Rightarrow \Delta = \frac{41600 \cdot 6 + 41600 \cdot 10,5}{2 \cdot 10^8 \cdot 0,0016}$$

$$\Rightarrow \Delta = 2,15 \text{ mm}$$

O deslocamento horizontal é de 2,15 mm da esquerda para a direita.

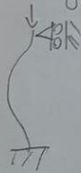
$$② \quad K_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} \Rightarrow A = \frac{I_z}{K_z^2} = \frac{128 \cdot 10^6}{130^2} = 7573,96 \text{ mm}^2$$

Critério de estabilidade:

Como o movimento no eixo Y está livre, a flambagem é do tipo engastado e livre. Sendo assim, tem-se a carga crítica para flambagem como:

$$P_{Cz} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{4 \cdot L^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200 \cdot 10^9 \cdot 1,28 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 9^2} = 779820,59 \text{ N}$$

Já no eixo Z como o movimento é limitado, a flambagem é do tipo apoiada na base com apoio de 1º gênero na outra.



Sendo assim, a carga crítica para a flambagem é:

$$P_{Cny} = \frac{2,046 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L^2} = \frac{2,046 \cdot \pi^2 \cdot 200 \cdot 10^9 \cdot 1,84 \cdot 10^{-5}}{9^2}$$

$$P_{Cn} = 917419,94 \text{ N}$$

$$\sigma_{Cnz} = \frac{P_{Cnz}}{A} = \frac{779820,59}{0,757396} = 1029607,484 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{Cny} = \frac{P_{Cny}}{A} = \frac{917419,94}{0,757396} = 1211281,734 \text{ Pa}$$

Aplicando o coeficiente de segurança:

$$\sigma_{crx} \cdot 2 = 2059214,97 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{cry} \cdot 2 = 2422563,47 \text{ Pa}$$

$$\frac{P}{A} \leq 2059214,97 \Rightarrow P = 2059214,97 \cdot 9757396$$

$$P = 1559641,181 \text{ N}$$