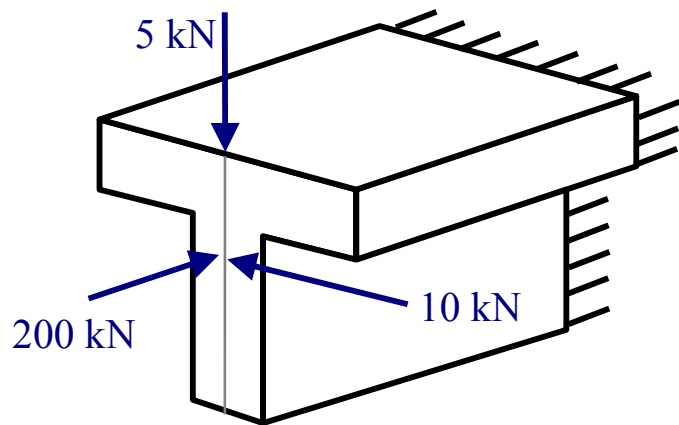
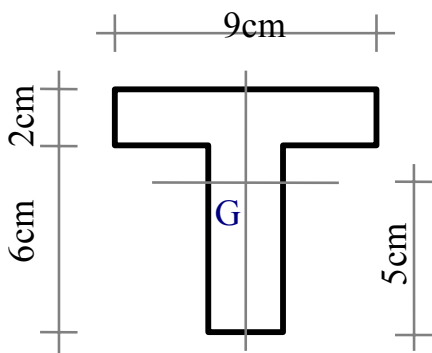
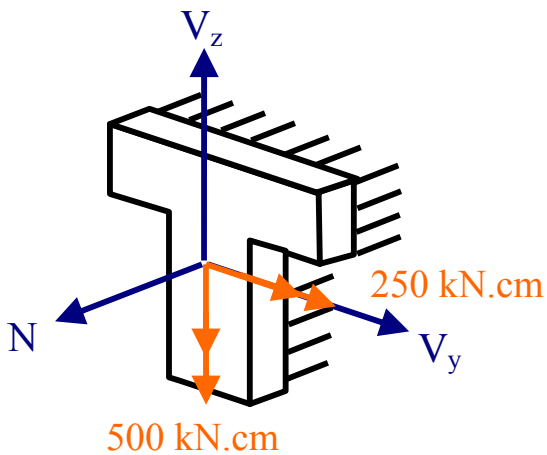


(E4) Para a viga da figura abaixo com $A = 36 \text{ cm}^2$, $I_y = 204 \text{ cm}^4$, $I_z = 135 \text{ cm}^4$, Determine:

- Os esforços solicitantes na seção mais solicitada;
- A expressão das tensões normais;
- A posição da linha neutra;
- As tensões normais extremas (máxima e mínima).



a) No engastamento temos:



$$N = - 200 \text{ kN}$$

$$V_y = -10 \text{ kN}$$

$$V_z = -5 \text{ kN}$$

$$M_y = 250 \text{ kN.cm}$$

$$M_z = -500 \text{ kN.cm}$$

$$T = 0$$

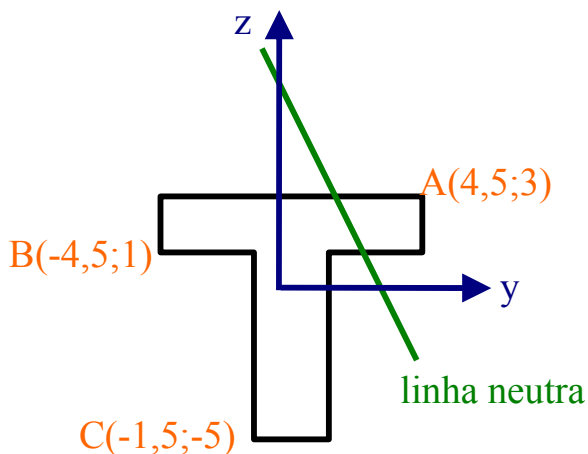
b) A tensão normal é dada por:

$$\sigma = \frac{N}{A} - \frac{M_z}{I_z} y + \frac{M_y}{I_y} z$$

$$\sigma = -\frac{200}{36} - \frac{-500}{135} y + \frac{250}{204} z \quad \rightarrow \quad \sigma = -5,56 + 3,70 y + 1,23 z$$

c) A linha neutra é dada por:

$$\sigma = 0 \quad \rightarrow \quad -5,56 + 3,70 y + 1,23 z = 0 \quad \rightarrow \quad z = -3,01 y + 4,52$$



d) As tensões normais extremas são nos pontos A e (B ou C):

(TRAÇÃO)

$$\sigma_A^{(y=4,5; z=3)} = -5,56 + 3,70 \cdot 4,5 + 1,23 \cdot 3 = +14,78 \text{ kN.cm}^{-2}$$

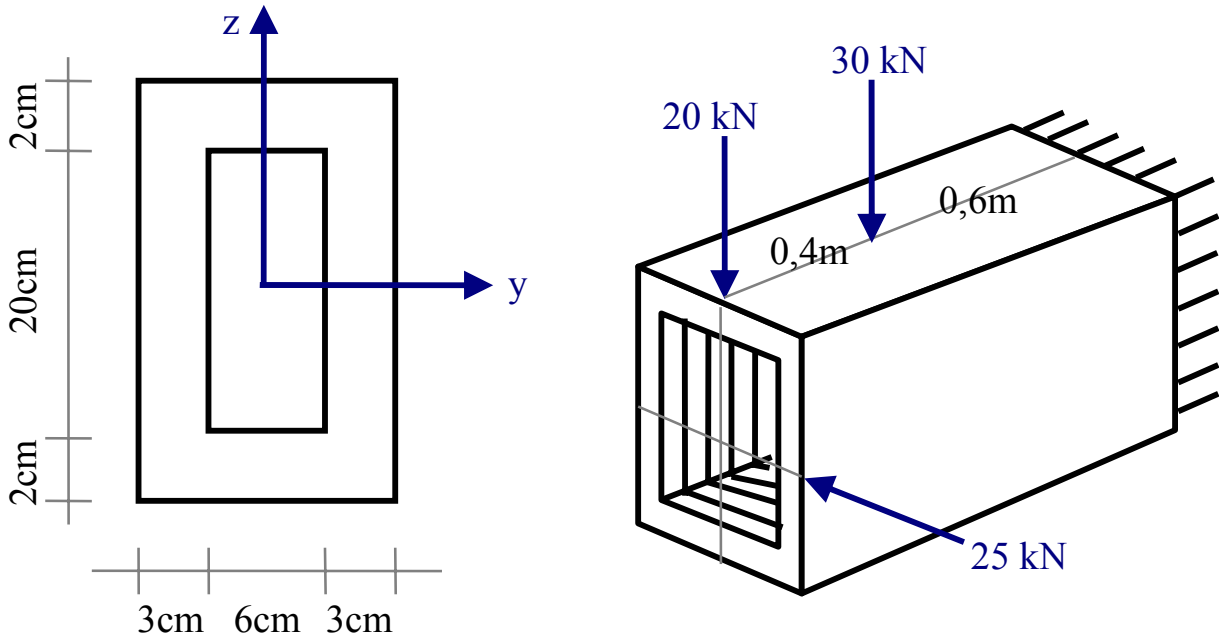
(COMPRESSÃO)

$$\sigma_B^{(y=-4,5; z=1)} = -5,56 + 3,70 \cdot (-4,5) + 1,23 \cdot 1 = -20,98 \text{ kN.cm}^{-2}$$

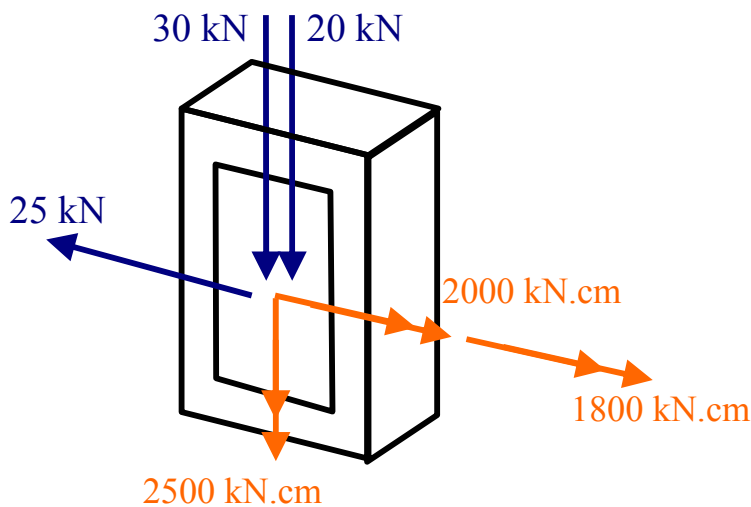
$$\sigma_C^{(y=-1,5; z=-5)} = -5,56 + 3,70 \cdot (-1,5) + 1,23 \cdot (-5) = -17,26 \text{ kN.cm}^{-2}$$

(E5) Para a viga da figura abaixo, determine:

- Os esforços solicitantes extremos;
- Na seção mais solicitada, a posição da linha neutra;
- As tensões normais extremas (máxima e mínima).



a) No engastamento temos:



$$N = 0 \text{ kN}$$

$$|V_y| = 25 \text{ kN}$$

$$|V_z| = 50 \text{ kN}$$

$$M_y = 3800 \text{ kN.cm}$$

$$M_z = -2500 \text{ kN.cm}$$

$$T = 0$$

b) Características da seção:

$$I_y = \left(\frac{b \cdot h^3}{12} \right)_{\text{total-buraco}} = \frac{12 \cdot 24^3}{12} - \frac{6 \cdot 20^3}{12} = 9\,824 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \left(\frac{h \cdot b^3}{12} \right)_{\text{total-buraco}} = \frac{24 \cdot 12^3}{12} - \frac{20 \cdot 6^3}{12} = 3\,096 \text{ cm}^4$$

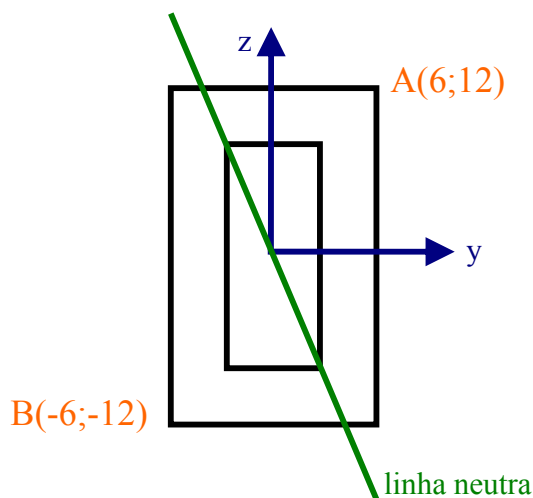
A tensão normal é dada por:

$$\sigma = \frac{N}{A} - \frac{M_z}{I_z} y + \frac{M_y}{I_y} z$$

$$\sigma = 0 - \frac{2500}{3096} y + \frac{3800}{9824} z \quad \rightarrow \quad \sigma = 0,81 y + 0,39 z$$

A linha neutra é dada por:

$$\sigma = 0 \quad \rightarrow \quad 0,81 y + 0,39 z = 0 \quad \rightarrow \quad z = -2,08 y$$



c) As tensões normais extremas são nos pontos A e B:

(TRAÇÃO)

$$\sigma_A^{(y=6; z=12)} = 0,81.6 + 0,39.12 = +9,54 \text{ kN.cm}^{-2}$$

(COMPRESSÃO)

$$\sigma_B^{(y=-6; z=-12)} = 0,81.(-6) + 0,39.(-12) = -9,54 \text{ kN.cm}^{-2}$$