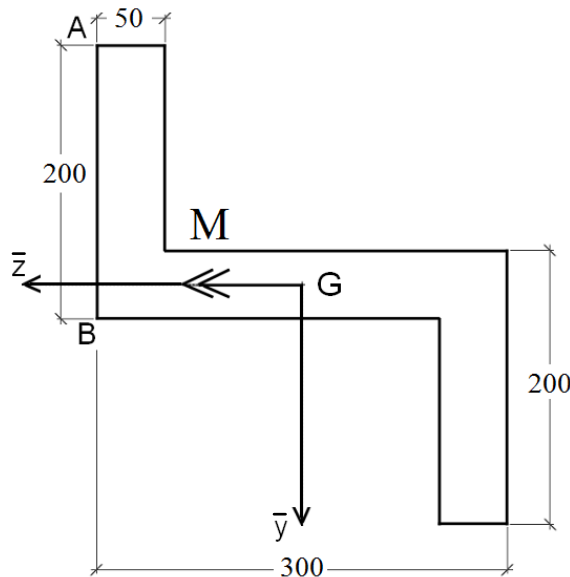


UFJF - Professores Elson Toledo e Alexandre Cury
 MAC003 - Resistência dos Materiais II
 LISTA DE EXERCÍCIOS 01

1. A seção abaixo (dimensões em mm) está submetida ao momento fletor $M = 250 \text{ Nm}$ direcionado horizontalmente como mostrado.



- a) Escreva a equação das tensões normais com relação ao sistema de eixos baricêntricos quaisquer (\bar{y}, \bar{z}) da figura e, utilizando esta equação, calcule as tensões normais nos pontos A e B.

Resp: $\sigma_x = (3,09\bar{y} + 1,66\bar{z}) \times 10^{-3} \text{ MPa}$; $\sigma_A = -0,293 \text{ MPa}$; $\sigma_B = 0,326 \text{ MPa}$.

- b) Ainda com relação a este sistema de eixos quaisquer, escreva a equação da linha neutra.

Resp: $\bar{y} = -0,5357\bar{z}$; $\text{âng} = -28,18^\circ$ (horário a partir de z).

- c) Calcule a projeção do momento sobre a linha neutra.

Resp: $M_n = 220,37 \text{ Nm}$.

- d) Calcule o momento de inércia em relação à linha neutra e a distância do ponto A à linha neutra para conferir o valor da tensão em A, utilizando a equação das tensões em função de M_n .

Resp: $I_n = 6,278 \times 10^7 \text{ mm}^4$; $|u_A| = 83,43 \text{ mm}$.

- e) Calcule as direções e momentos principais de inércia para a seção.

Resp: $\theta = -32,89^\circ$ (horário a partir de z); $I_1 \equiv I_y = 4,71 \times 10^8 \text{ mm}^4$; $I_2 \equiv I_z = 6,00 \times 10^7 \text{ mm}^4$.

- f) Em relação ao sistema de eixos principais quais as direções do eixo de solicitação ss e da linha neutra nn ?

Resp: $\alpha = -57,11^\circ$; $\beta = 4,71^\circ$; (ambos marcados no sentido horário a partir de z).

- g) Decomponha o momento nas direções principais.

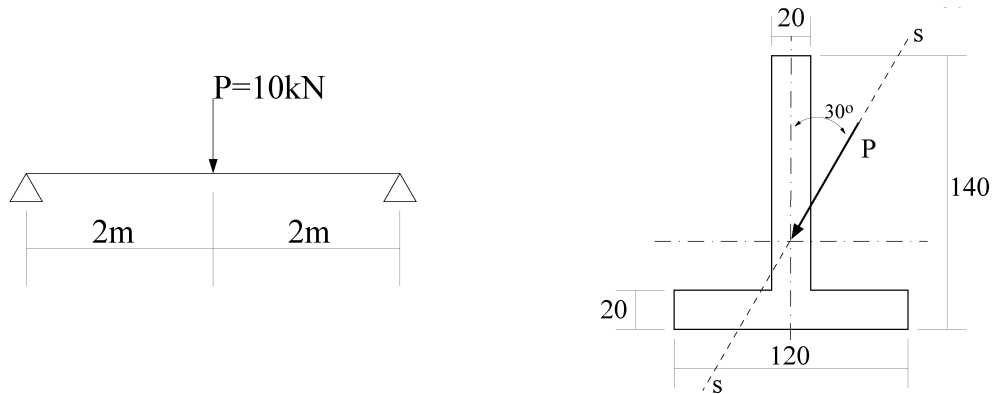
Resp: $M_y = 135,74 \text{ Nm}$; $M_z = 209,94 \text{ Nm}$.

- h) Escreva a equação das tensões em relação ao sistema de eixos principais (y, z) e, com as as coordenadas do ponto A neste sistema de eixos, confira o valor da tensão.

Resp: $\sigma_x = (3,50y - 0,288z) \times 10^{-3} \text{ MPa}$; $A(-65,51; 220,98) \text{ mm}$.

opcional

2. Para a seção crítica da estrutura mostrada na figura abaixo, encontre a posição da linha neutra, determine os valores das tensões normais máximas e desenhe o diagrama de tensões normais. As dimensões da seção estão em milímetros.

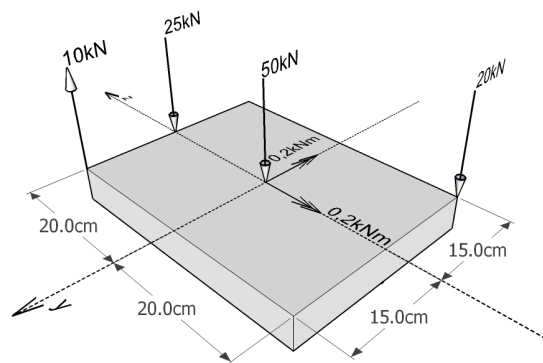


Respostas:

$$\beta = -59,89^\circ; \sigma_{max}^T = 145,44 \text{ MPa}; \sigma_{max}^C = -109,96 \text{ MPa}$$

3. Para a estrutura abaixo, determine:

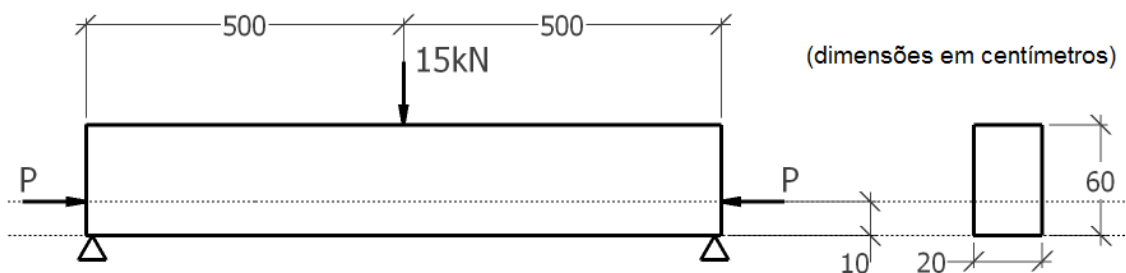
- a carga axial equivalente excêntrica (N_x , e_z e e_y);
- a linha neutra (desenhar na seção transversal);
- as tensões normais máximas de tração e compressão (MPa).



Respostas:

- $N_x = -85 \text{ kN}$; $e_z = -1,41 \text{ cm}$; $e_y = -5,06 \text{ cm}$.
- $y_0 = 14,83 \text{ cm}$; $z_0 = 94,44 \text{ cm}$.
- $\sigma_{max}^T = 0,158 \text{ MPa}$; $\sigma_{max}^C = -1,575 \text{ MPa}$.

4. Para a viga abaixo, calcular o valor da força de protensão mínima a ser aplicada no eixo de simetria vertical da seção, para que a tensão no ponto mais tracionado da viga seja menor ou igual a 1,125 MPa. Esboce o diagrama final de tensões na seção mais solicitada desta viga.

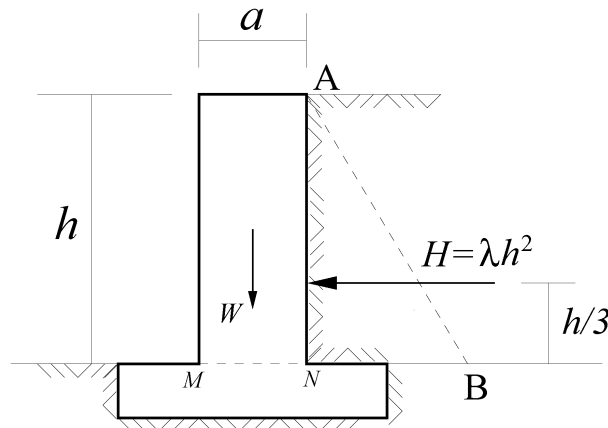


Respostas:

$$P = 80\text{kN}; \sigma_{max}^T = 1,125 \text{ MPa}; \sigma_{max}^C = -2,458 \text{ MPa}$$

5. Um muro de alvenaria, figura abaixo, de peso específico $\omega = 20 \text{ kN/m}^3$ tem espessura a e altura h . Ele recebe um empuxo horizontal cuja distribuição ao longo da altura se faz de acordo com o diagrama retilíneo AB , de forma que, por metro linear de comprimento de muro, a força resultante deste empuxo é $H = \lambda h^2$, onde $\lambda = 2500 \text{ N/m}^2$. Pede-se:

- Traçar o diagrama das tensões normais ao longo da seção MN para $a = 1,5 \text{ m}$ e $h = 4,0 \text{ m}$.
- Determinar a espessura a que deveria ter o muro de modo que, mantida a altura $h = 4,0 \text{ m}$, a tensão em N seja nula.



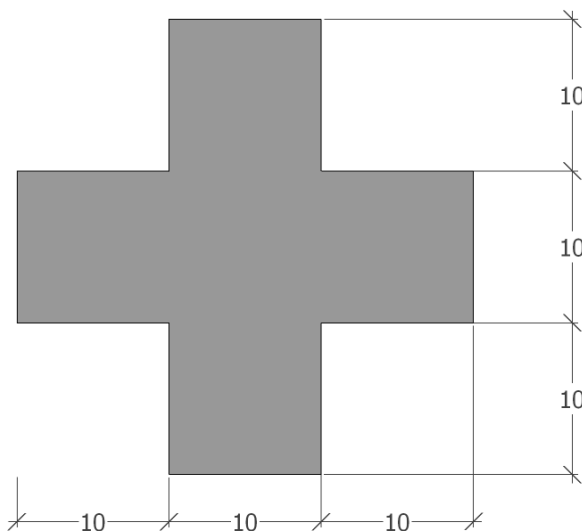
Respostas:

$$\text{a) } \sigma_{max}^T = 0,062 \text{ MPa}; \sigma_{max}^C = -0,222 \text{ MPa};$$

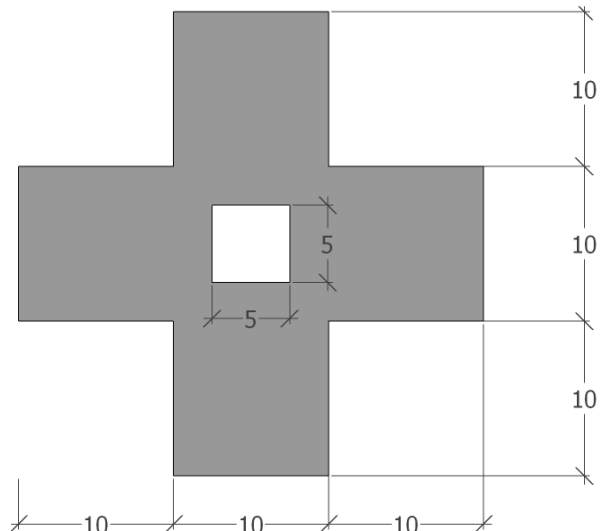
$$\text{b) } a = 2 \text{ m}.$$

6. Determine o núcleo central de inércia das seções dadas nas figuras abaixo (dimensões em cm).

a)



b)



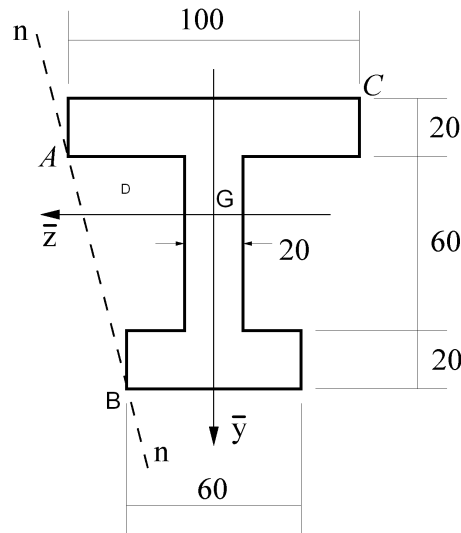
Respostas:

$$\text{a) Pontos: } (3.22, 0), (-3.22, 0), (0, 3.22), (0, -3.22), (2.42, 2.42), (-2.42, 2.42), (2.42, -2.42), (-2.42, -2.42).$$

$$\text{b) Pontos: } (3.38, 0), (-3.38, 0), (0, 3.38), (0, -3.38), (2.54, 2.54), (-2.54, 2.54), (2.54, -2.54), (-2.54, -2.54).$$

7. Para a seção apresentada na figura abaixo, com dimensões em milímetros, pede-se:

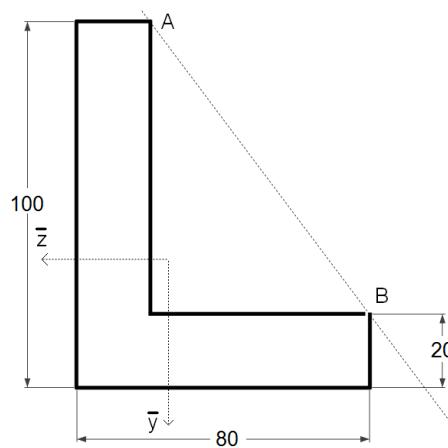
- Localizar a posição do centro de solicitação associado ao eixo neutro nn apresentado, em relação aos eixos y e z que passam pelo centróide da seção.
- Para uma força normal positiva de 10 kN aplicada no centro de solicitação determinado no item anterior, determine os valores das tensões normais nos pontos A , G (centróide) e C indicados.



Respostas:

- $y_c = -6,86$ mm; $z_c = -10,60$ mm;
- $\sigma_A = 0$; $\sigma_G = 2,27$ MPa; $\sigma_C = 5,38$ MPa.

8. Para a seção em **L** abaixo, determine, em relação ao sistema de eixos baricêntricos quaisquer (y,z) da figura, o centro de solicitação associado à linha neutra nn que passa pelos pontos A e B .



$$\frac{1}{S} + \frac{(I_{\bar{y}}y_c - I_{\bar{y}\bar{z}}z_c)\bar{y} - (I_{\bar{y}\bar{z}}y_c - I_{\bar{z}}z_c)\bar{z}}{I_{\bar{y}}I_{\bar{z}} - I_{\bar{y}\bar{z}}^2} = 0$$

Resp: $I_{\bar{z}} = 2,91 \times 10^6$ mm⁴; $I_{\bar{y}} = 1,63 \times 10^6$ mm⁴; $I_{\bar{z}\bar{y}} = -1,2 \times 10^6$ mm⁴; $A(-65,5)$ mm; $B(15, -55)$ mm; $y_c = 7,00$ mm; $z_c = 5,19$ mm.