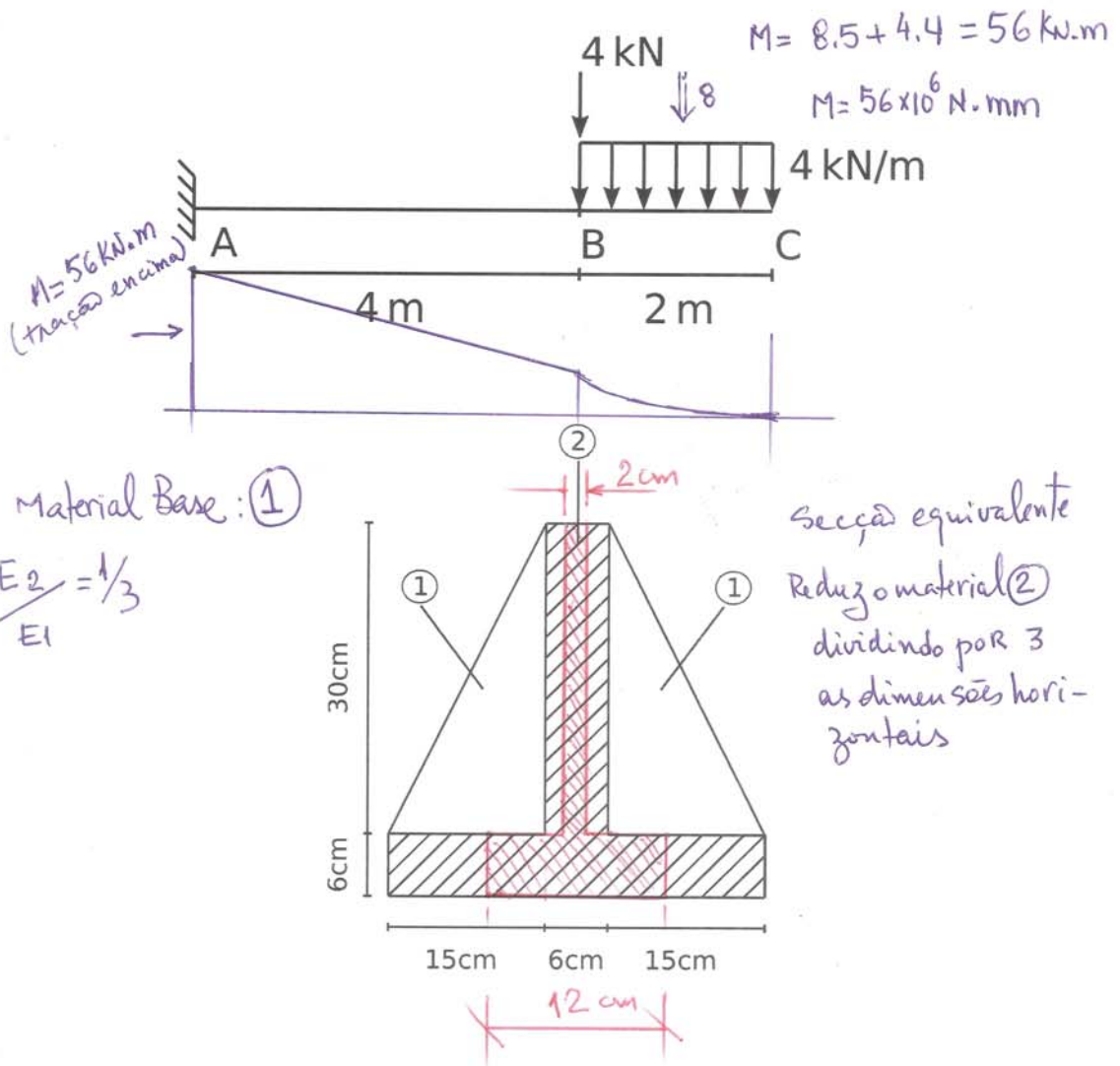


Nome: _____ N° USP: _____

1ª Questão (3,5 pontos). Para a estrutura da figura a seguir, com a seção transversal dada, determine as tensões máximas que ocorrem em cada um dos materiais, considerando que a relação entre os módulos de elasticidade dos materiais é $E_1 = 3E_2$. Determine os coeficientes de segurança ao escoamento, à tração e compressão, dos dois materiais sabendo que as tensões de escoamento são, respectivamente: $\bar{\sigma}_{e\text{ tração},1} = 120\text{ MPa}$, $\bar{\sigma}_{e\text{ compressão},1} = 28\text{ MPa}$, $\bar{\sigma}_{e\text{ tração},2} = 30\text{ MPa}$ e $\bar{\sigma}_{e\text{ compressão},2} = 15\text{ MPa}$. Qual o coeficiente de segurança da estrutura?

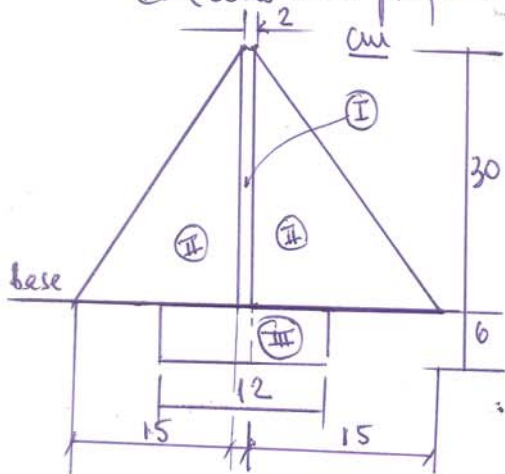


Nome: _____

Nº USP: _____

Calculo das propriedades geométricas

1 Mpa = 1 N/mm²

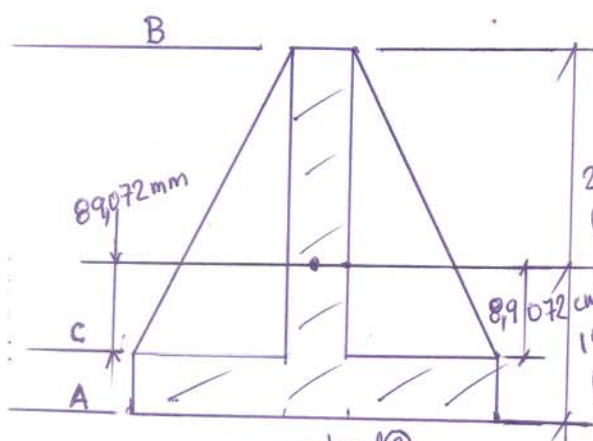


	A	y _G	Ay _G	Ay _G ²	I _{proprio}
I	60	21	1260	26460	4500
2·II	450	16	7200	115200	22500
III	72	3	216	648	216
Σ	582		8676	I _{base} = 169524 cm ⁴	

$$y_{CG} = \frac{8676}{582} = 14,9072 \text{ cm (149,072 mm)}$$

$$I_{CG} = 169524 - 582 \cdot (14,9072)^2$$

$$I_{CG} = 40189,3 \text{ cm}^4 \text{ (4,01893} \times 10^8 \text{ mm}^4)$$



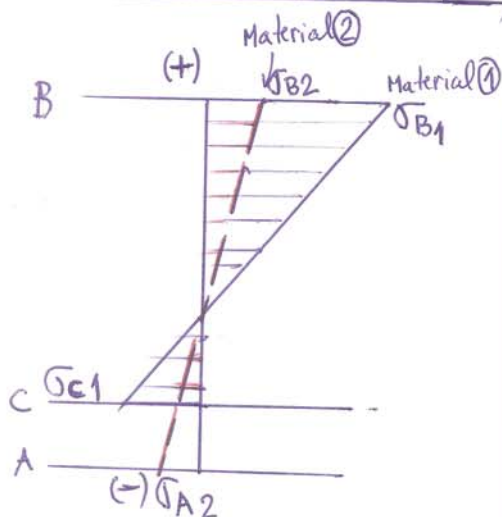
Material ①

$$\sigma_{B1} = \frac{56 \times 10^6}{4,01893 \times 10^8} \cdot 210,928$$

$$\sigma_{B1} = 29,39 \text{ Mpa (tração)}$$

$$\sigma_{C1} = \frac{56 \cdot 10^6}{4,01893 \cdot 10^8} \cdot 89,072$$

$$\sigma_{C1} = -12,41 \text{ Mpa (compressão)}$$



Material ②

$$\sigma_{B2} = \frac{\sigma_{B1}}{3} = 9,80 \text{ Mpa (tração)}$$

$$\sigma_{A2} = \sigma_{C1} \cdot \frac{149,072}{89,072} \cdot \frac{1}{3} = -6,92 \text{ Mpa (compressão)}$$

Material ①

$$S_c = \frac{28}{12,41} = 2,26$$

$$S_t = \frac{120}{29,39} = 4,08$$

Material ②

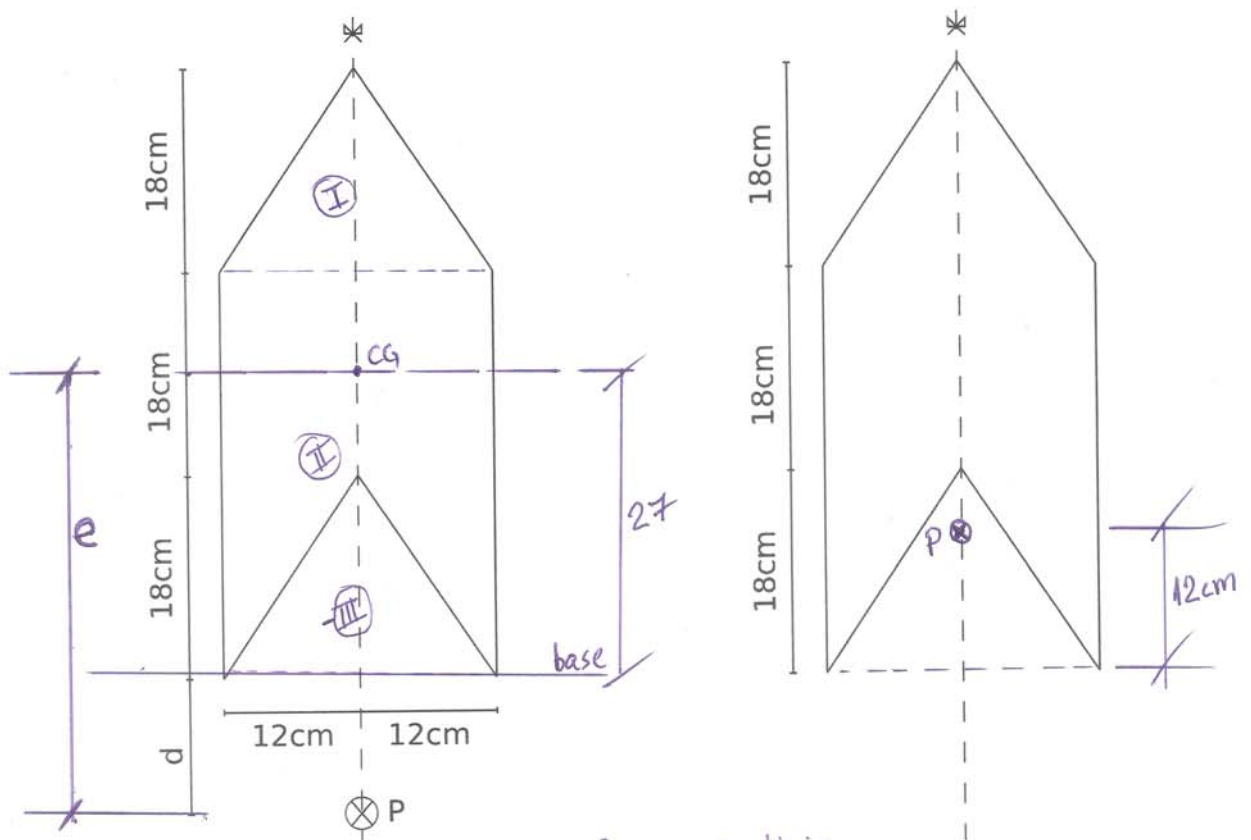
$$S_c = \frac{15}{6,92} = 2,17$$

$$S_t = \frac{30}{9,80} = 3,06$$

Fator de Segurança da Estrutura

Nome: _____ Nº USP: _____

2ª Questão (3,5 pontos). Determinar o valor da distância d , para uma barra submetida somente a uma carga de compressão, aplicada fora do centro geométrico da sua seção transversal, dada a seguir, considerando que a tensão de compressão obtida (em módulo) seja igual ao dobro da tensão de tração. Uma vez encontrada a distância, desenhe a posição da carga P na segunda figura.



	A	y_G	Ay_G	Ay_G^2	I_{proprio}
I	216	42	9072	381024	3888
II	864	18	15552	279936	93312
-III	-216	6	-1296	-7776	-3888
Σ	864		23328		

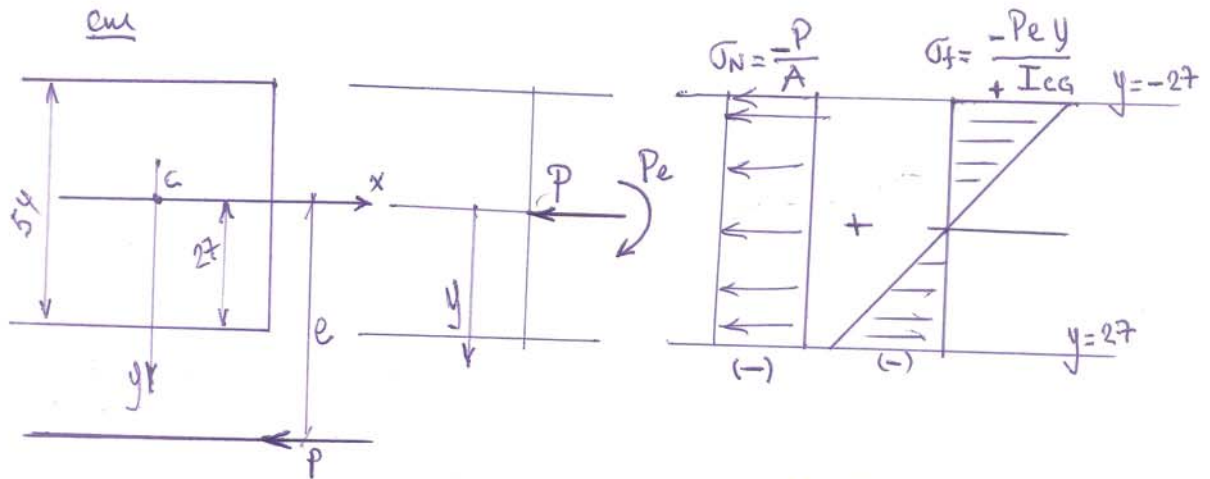
$$A = 864 \text{ cm}^2$$

$$y_{CG} = \frac{23328}{864} = 27 \text{ cm}$$

$$I_{CG} = 746496 - 864 \cdot 27^2 =$$

$$I_{CG} = 116640 \text{ cm}^4$$

Nome: _____ N° USP: _____



$$\text{Tensão máxima de compressão: } \sigma_c = -\frac{P}{A} - \frac{Pe \cdot 27}{I_{cg}}$$

$$\text{Tensão máxima de tração: } \sigma_T = -\frac{P}{A} + \frac{Pe \cdot 27}{I_{cg}}$$

$$\text{Condição: } |\sigma_c| = 2 \cdot \sigma_T$$

$$\frac{P}{A} + \frac{Pe \cdot 27}{I_{cg}} = 2 \cdot \left(-\frac{P}{A} + \frac{Pe \cdot 27}{I_{cg}} \right)$$

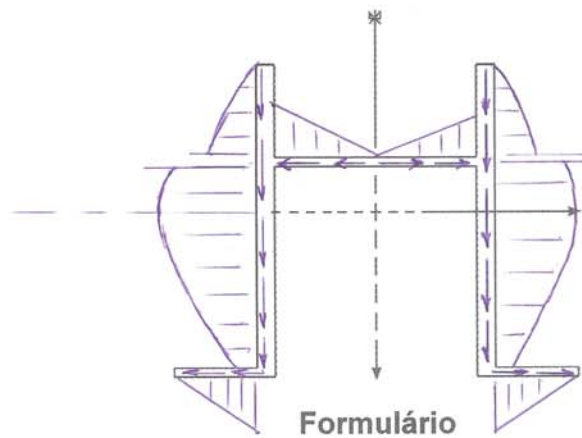
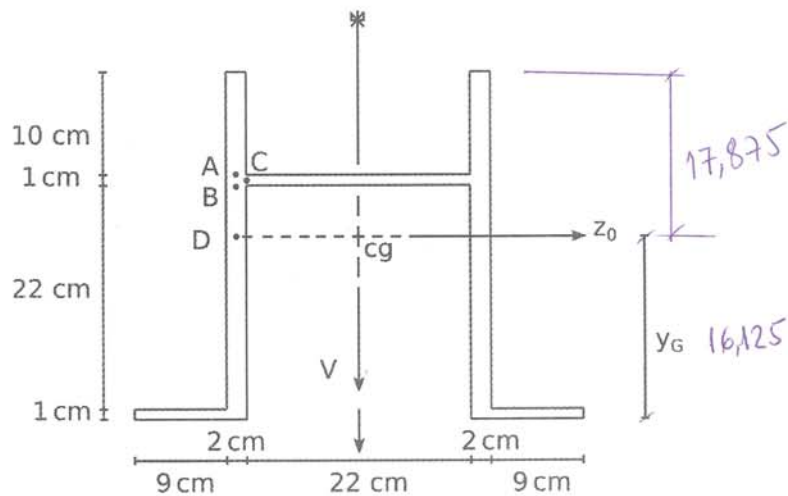
$$\frac{3P}{A} = \frac{Pe \cdot 27}{I_{cg}} \Rightarrow e = \frac{3 \cdot I_{cg}}{A \cdot 27}$$

$$e = \frac{3 \cdot 116640}{864 \cdot 27} \Rightarrow \boxed{e = 15 \text{ cm}}$$

$$\text{Como } e = d + 27 \Rightarrow \boxed{d = -12 \text{ cm}}$$

Nome: _____ N° USP: _____

3ª Questão (3,0 pontos). Para a seção transversal abaixo submetida a uma força cortante $V = 100 \text{ kN}$ conforme indicado na figura, determinar as tensões de cisalhamento nos pontos A, B, C e D. Em seguida, indicar na figura ao lado as respectivas direções e sentidos do fluxo das tensões de cisalhamento, bem como o aspecto do diagrama de distribuição ao longo da seção transversal (não é preciso indicar valores). São dados $I_{z_0} = 18799,22 \text{ cm}^4$, $I_{y_0} = 26150,67 \text{ cm}^4$, $A = 176 \text{ cm}^2$ e $y_G = 16,125 \text{ cm}$.



$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_{z_0}} y$$

Retângulo

$$I_{z_0} = \frac{b h^3}{12}$$

$$\tau = \frac{V M_S^*}{b^* I_{z_0}}$$

Triângulo

$$I_{z_0} = \frac{b h^3}{36}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_{lim}}{s}$$

Círculo

$$I_{z_0} = \frac{\pi r^4}{4}$$

$$\sigma = \frac{E}{E_{base}} \sigma_{base}$$

Teorema de Steiner

$$I_z = I_{z_0} + d^2 A$$

Nome: _____ N° USP: _____

$$\sigma = \frac{V M_s}{b I} \quad \frac{\text{KN, cm}}{\text{I}} = 0,00531923$$

$$\sigma_A = \frac{100 \cdot (2 \cdot 10 \cdot 12,875)}{2 \cdot 18799,72} = 0,685 \text{ KN/cm}^2$$

$$M_{sA} = 257,5$$

$$\sigma_C = \frac{0,00531923 \cdot 81,125}{1} = 0,432 \text{ KN/cm}^2$$

$$M_{sC} = 11 \cdot 1 \cdot 7,375 = 81,125$$

$$\sigma_B = \frac{0,00531923 \cdot 353,375}{2} = 0,940 \text{ KN/cm}^2$$

$$M_{sB} = M_{sA} + M_{sB} + 1 \cdot 2 \cdot 7,375 = 353,375$$

$$\sigma_D = \frac{0,00531923 \cdot 400,641}{2} = 1,066 \text{ KN/cm}^2$$

$$M_{sD} = M_{sB} + 6,875 \cdot 2 \cdot \frac{6,875}{2} = 400,641$$