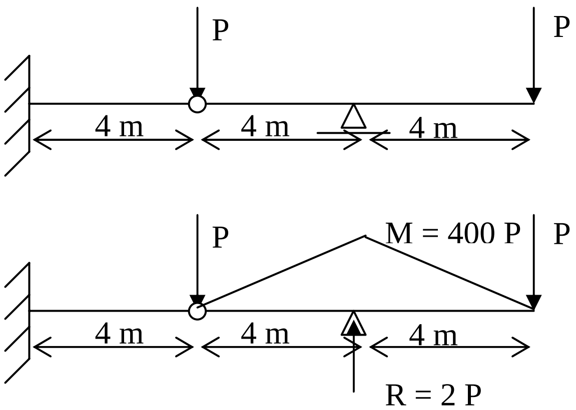
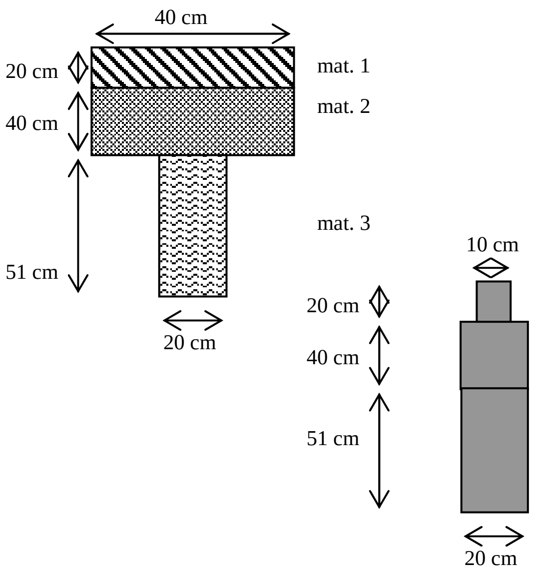
Nome : N°:

Q1 (3,5 pontos) – Para a estrutura abaixo esquematizada, cuja seção transversal em forma de "TÊ" é composta por 3 materiais com as seguintes características:
Material 1 - módulo de elasticidade: $E_1 = E_3 / 4$, tensão admissível: $\sigma_1 = \sigma_3 / 2$
Material 2 - módulo de elasticidade: $E_2 = E_3 / 2$, tensão admissível: $\sigma_2 = \sigma_3$
Material 3 - módulo de elasticidade: E_3 , tensão admissível: $\sigma_3 = 2$ kN/cm^2
- Determinar a máxima força P aplicável,
- Traçar o diagrama de tensões normais ao longo da altura da seção transversal na região de maior momento fletor.
Obs.: cada um dos materiais resiste igualmente à tração e à compressão





$$y_g = \frac{20\times10\times101 + 20\times40\times71 + 20\times51\times51/2}{10\times20 + 20\times40 + 20\times51} = 51 \text{ cm}$$

$$I_{fict} = \frac{10\times20^3}{12} + 10\times20\times50^2 + \frac{20\times40^3}{12} + 20\times40\times20^2 + \frac{20\times51^3}{3} = 1\,817\,673 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_3 = \frac{M}{I_{fict}}\, y\, E/E_3 = \frac{M}{1817673}51 \rightarrow M = 35\,641 \text{ kN} \times 2 \text{ kN/cm}^2 = 71\,281 \text{ kN cm ------- } P_{máx} = M/400 = 178 \text{ kN}$$

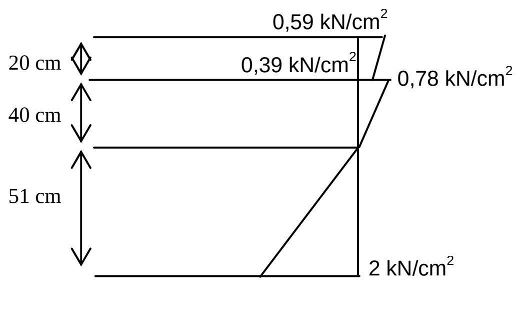
$$\text{--------- } \sigma = \frac{71281}{1817673}51 = 2\,kN/cm^2$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \frac{M}{I_{fict}}\, y\, E_2/E_3 = \frac{M}{1817673}40\, 1/2 \rightarrow M = 90\,884 \text{ kN} \times 2 \text{ kN/cm}^2 = 181\,768 \text{ kN cm}$$

$$\text{--------- } \sigma = \frac{71281}{1817673}40/2 = 0{,}78 \text{ kN/cm}^2$$

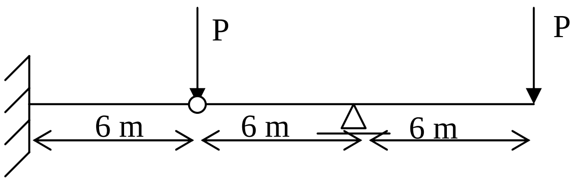
$$\sigma_1 = \sigma_3/2 = \frac{M}{I_{fict}}\, y\, E_1/E_3 = \frac{M}{1817673}60\, 1/4 \rightarrow M = 121\,178 \times 1 \text{ kN/cm}^2 = 121\,178 \text{ kN cm}$$

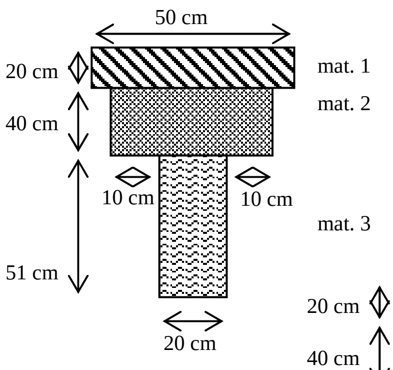
$$\text{--------- } \sigma = \frac{71281}{1817673}\, 1/4\, (40\ a\ 60) = 0{,}39\, a\, 0{,}59\, kN/cm^2$$

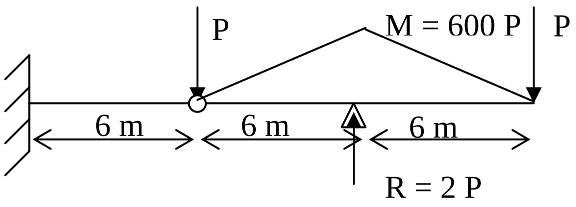


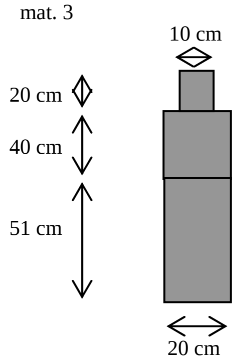
Nome : N°:

Q1 (3,5 pontos) – Para a estrutura abaixo esquematizada, cuja seção transversal em forma de "TÊ" é composta por 3 materiais com as seguintes características:
Material 1 - módulo de elasticidade: $E_1 = E_3 / 5$, tensão admissível: $\sigma_1 = \sigma_3 / 3$
Material 2 - módulo de elasticidade: $E_2 = E_3 / 2$, tensão admissível: $\sigma_2 = \sigma_3$
Material 3 - módulo de elasticidade: E_3 , tensão admissível: $\sigma_3 = 3$ kN/cm^2
- Determinar a máxima força P aplicável,
- Traçar o diagrama de tensões normais ao longo da altura da seção transversal na região de maior momento fletor.
Obs.: cada um dos materiais resiste igualmente à tração e à compressão









$$y_g = \frac{20\times10\times101 + 20\times40\times71 + 20\times51\times51/2}{10\times20 + 20\times40 + 20\times51} = 51 \text{ cm}$$

$$I_{fict} = \frac{10\times20^3}{12} + 10\times20\times50^2 + \frac{20\times40^3}{12} + 20\times40\times20^2 + \frac{20\times51^3}{3} = 1\,817\,673 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_3 = \frac{M}{I_{fict}}\, y\, E/E_3 = \frac{M}{1817673} 51 \;\rightarrow\; M = 35\,641 \text{ kN} \times 3 \text{ kN/cm}^2 = 106\,923 \text{ kN cm} \text{ ------- } P_{máx} = M/600 = 178 \text{ kN}$$

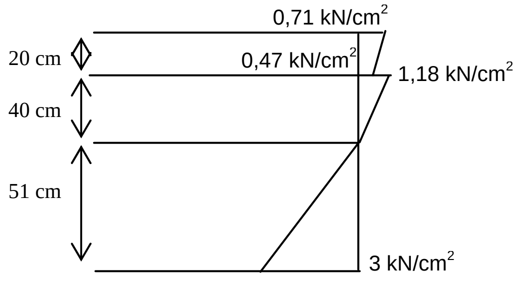
$$\text{--------}\ \sigma = \frac{106923}{1817673} 51 = 3\, kN/cm^2$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \frac{M}{I_{fict}}\, y\, E_2/E_3 = \frac{M}{1817673} 40\, 1/2 \;\rightarrow\; M = 90\,884 \text{ kN} \times 3 \text{ kN/cm}^2 = 272\,652 \text{ kN cm}$$

$$\text{--------}\ \sigma = \frac{106923}{1817673} 40/2 = 1{,}18 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_3/2 = \frac{M}{I_{fict}}\, y\, E_1/E_3 = \frac{M}{1817673} 60\, 1/5 \;\rightarrow\; M = 151\,473 \times 1 \text{ kN/cm}^2 = 151\,473 \text{ kN cm}$$

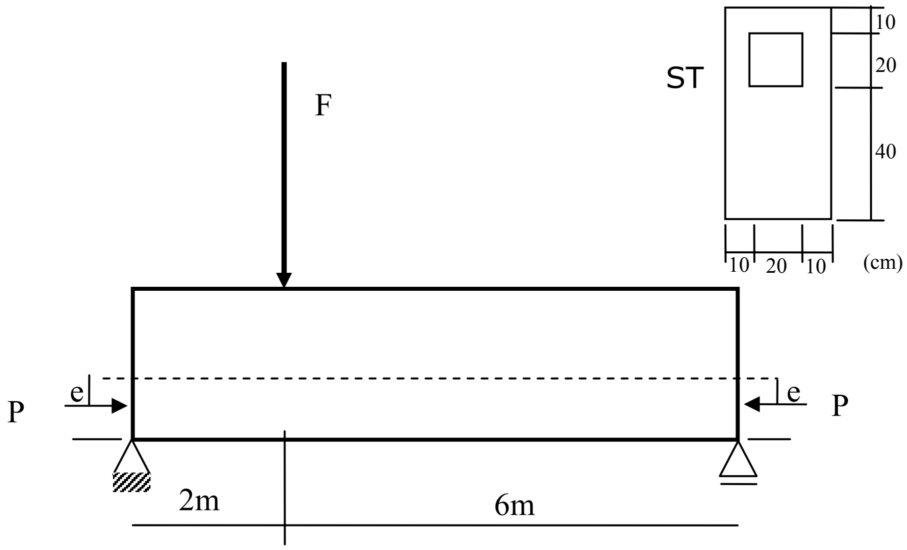
$$\text{--------}\ \sigma = \frac{106923}{1817673} 1/5\,(40\ a\ 60) = 0{,}47\, a\, 0{,}71\, kN/cm^2$$



PEF2202 – QUESTÃO 2 (Valor 3,5)

Quanto devem valer <u>P</u> e a excentricidade <u>e</u> para que F seja máximo? Qual é o valor de F_{max}?

Tensão admissível à tração $\sigma_t = 0$
Tensão admissível à compressão $\sigma_c = 1{,}5\ kN/cm^2$



Respostas:	e	=	cm (duas casas decimais)
	P	=	kN (arredondado para o inteiro)
	F_{max}	=	kgf (arredondado para o inteiro)

Resolução:
z′ = 37,5 cm (distância do eixo y até a borda superior, em módulo)
z″ = 32,5 cm (distância do eixo y até a borda inferior, em módulo)
$I_y = 1025000\ cm^4$

σ_P: tensão provocada pela carga <u>P</u> e pela excentricidade <u>e</u>
σ_F: tensão provocada pela carga F

$\sigma = \sigma_P + \sigma_F$

Nas seções correspondentes aos apoios: $\sigma_F = 0$
Tensão na borda superior:
$\sigma' = \sigma'_P = 0$ (máxima tensão de tração)

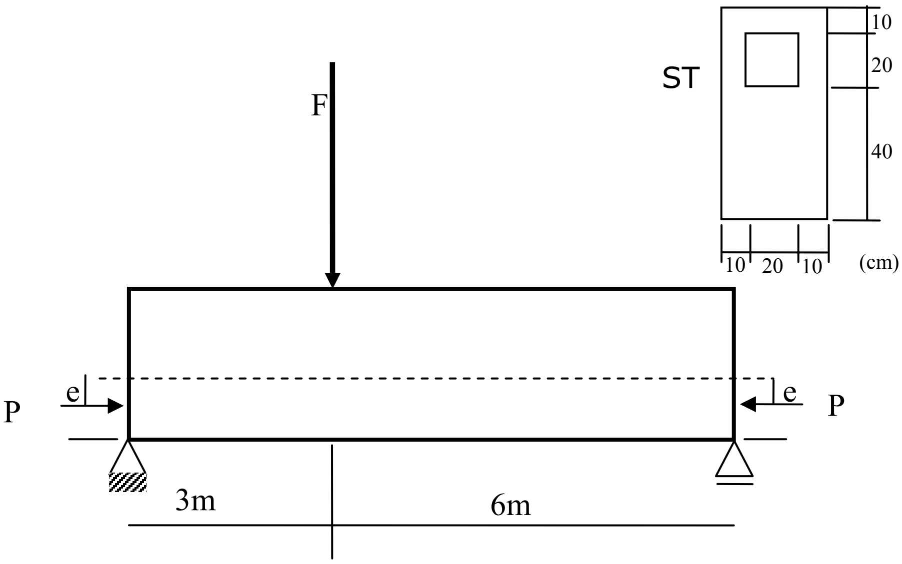
$\sigma' = \frac{-P}{A} + \frac{(-P.e)(-z')}{I_y}$, portanto $e = \frac{I_y}{A.z'} = 11{,}39cm$

$\sigma'' = \sigma''_P = -1{,}5$ (máxima tensão de compressão)

PEF2202 – QUESTÃO 2 (3,5)

Quanto devem valer P e a excentricidade e para que F seja máximo? Qual é o valor de F_{max}?

Tensão admissível à tração $\sigma_t = 0$
Tensão admissível à compressão $\sigma_c = 1,4\ kN/cm^2$



Respostas: e = cm (duas casas decimais)
P = kN (arredondado para o inteiro)
F_{max} = kgf (arredondado para o inteiro)

Resolução:
z′ = 37,5 cm (distância do eixo y até a borda superior, em módulo)
z″ = 32,5 cm (distância do eixo y até a borda inferior, em módulo)
$I_y = 1025000\ cm^4$

σ_P: tensão provocada pela carga P e pela excentricidade e
σ_F: tensão provocada pela carga F

$\sigma = \sigma_P + \sigma_F$

Nas seções correspondentes aos apoios: $\sigma_F = 0$
Tensão na borda superior:
$\sigma' = \sigma'_P = 0$ (máxima tensão de tração)

$\sigma' = \frac{-P}{A} + \frac{(-P.e)(-z')}{I_y}$, portanto $e = \frac{I_y}{A.z'} = 11,39cm$

$\sigma'' = \sigma''_P = -1,4$ (máxima tensão de compressão)

$P(\frac{1}{A} + \frac{e.z'}{I_y}) = 1,4$, portanto P = 1800 *kN*

Na seção transversal com momento máximo provocado por F:

$\sigma'_F = \frac{-150F.37,5}{1025000} = -1,4 \rightarrow F = 221kN$, portanto F_{max} = *191kN*

$\sigma''_F = \frac{150F.32,5}{1025000} = 1,4 \rightarrow F = 191kN$

$P(\frac{1}{A}+\frac{e.z'}{I_y})=1{,}5$, portanto *P* = 1929 *kN*

Na seção transversal com momento máximo provocado por F:

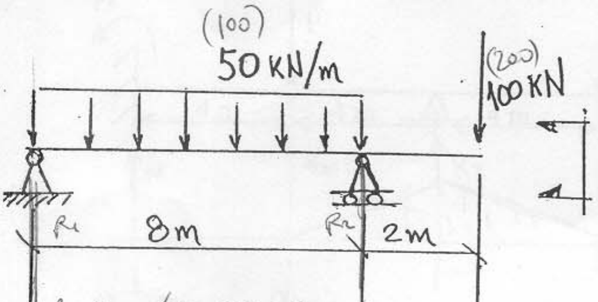
$\sigma_F' = \frac{-150F.37{,}5}{1025000} = -1{,}5 \rightarrow F = 273kN$, portanto F_{max} = *273kN*

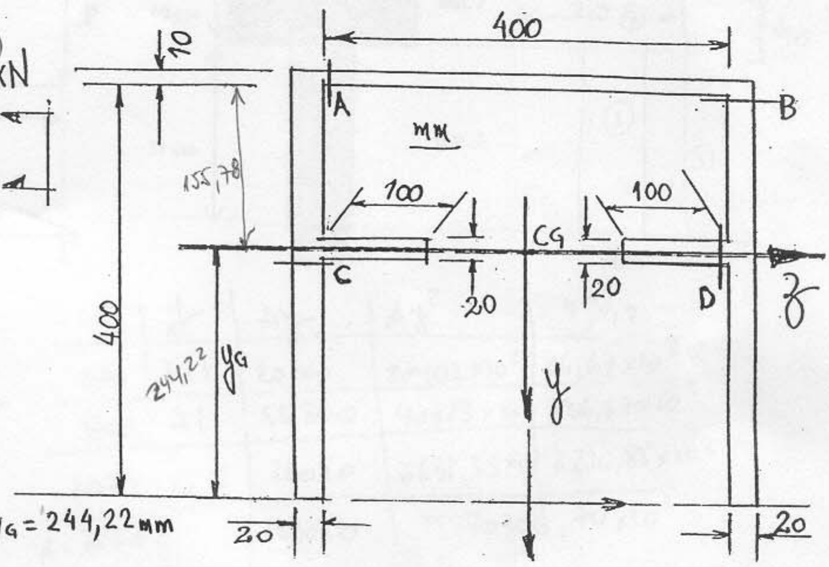
$\sigma_F'' = \frac{150F.32{,}5}{1025000} = 1{,}5 \rightarrow F = 315kN$

Nome:____ **No.USP:**__________________.

3ª. Questão (3,0 pontos) Determine, para a barra abaixo, as tensões de cisalhamento, em N/mm^2, nos pontos A,B,C e D da seção mais solicitada à força cortante. Esboce também o diagrama e o fluxo dessas tensões de cisalhamento ao longo da seção. Ofluxo das tensões deve ser indicado olhando a seção da direita para a esquesda.

Dados : Área = 24400 mm^2 ; Iy = 0,867 x 10^6 mm^4 ; Iz = 0,358 x 10^9 mm^4



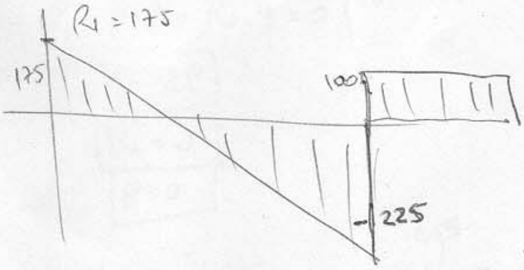


$R_1 + R_2 - 400 - 100 = 0$

$100 \cdot 10 - R_2 \cdot 8 + 400 \cdot 4 = 0$

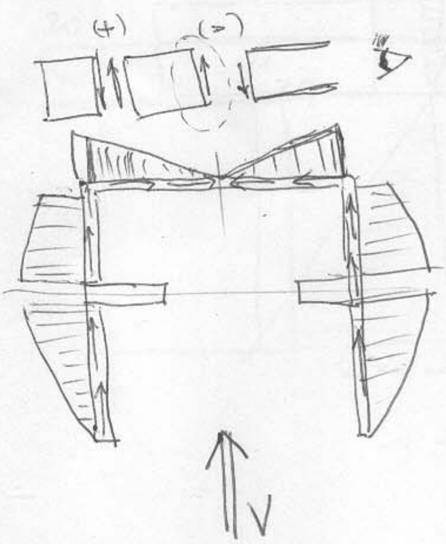
$R_2 = 325$

$R_1 = 175$



$y_G = 244{,}22\,mm$

$$\frac{V}{I} = \frac{225\,000\,N}{0{,}358 \times 10^9\,mm^4} = 0{,}62849 \cdot 10^{-3}$$



1) $\tau_A = 0{,}62848 \times 10^{-3} \cdot \frac{321\,560}{10} = 20{,}21\ N/mm^2$ (40,42)

$M_{sA} = 200 \cdot 10 \cdot 160{,}78 = 321\,560$

2) $\tau_B = 0{,}62848 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{353716}{20} = 11{,}12\ N/mm^2$ (22,24)

$M_{sB} = M_{sA} + 10 \cdot 20 \cdot 160{,}78 = 353716$

3) $\tau_C = 0{,}62848 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{595434}{20} = 18{,}71\ N/mm^2$ (37,42)

$M_{sc} = 20 \cdot 234{,}22 \cdot 127{,}11 = 595434$

4) $\tau_D = 0$ (0)