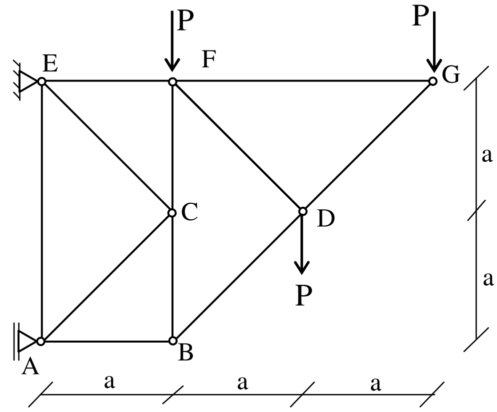
ENG 1007 – INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS SÓLIDOS

Primeira prova – turma C 10/09/2013

1ª Questão (2,5 pontos)

Usando três equações de equilíbrio, calcular as reações dos apoio A e E da treliça abaixo. Lembre-se de usar uma quarta equação de equilíbrio para verificar as contas.



Resposta:

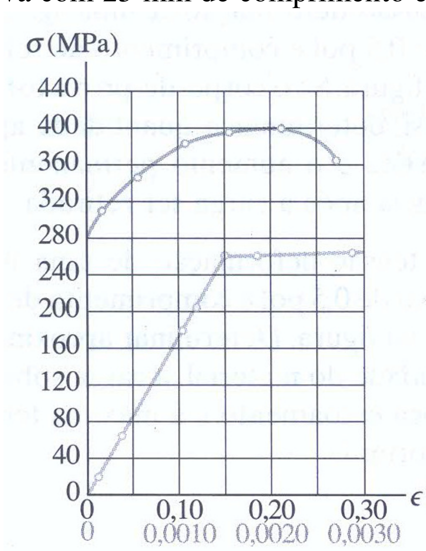
$V_E = 3P$ (força vertical para cima)

$H_E = 3P$ (força horizontal para a esquerda)

$H_A = 3P$ (força horizontal para a direita)

2ª Questão (2,5 pontos)

A figura abaixo apresenta o gráfico tensão-deformação típico de um aço dúctil. Como a região elástica é muito reduzida em relação à região plástica, é apresentada em cinza uma ampliação da deformação inicial. Calcule <u>de forma aproximada</u>, considerando um corpo de prova com 25 mm de comprimento e 8,5 mm de diâmetro:



a) o módulo de elasticidade (E) do material
b) a carga suportada pelo corpo de prova no limite de elasticidade
c) a carga suportada pelo corpo de prova no limite de resistência
d) a carga de ruptura do corpo de prova
e) o alongamento total sofrido pelo corpo de prova

Resposta:

a) $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon} \cong \dfrac{260\text{ MPa}}{0{,}0015} = 173{,}3\text{ GPa}$

b) $F_{el} = \sigma_{el} A \cong 260 \times 10^6 \times \dfrac{\pi\left(8{,}5 \times 10^{-3}\right)^2}{4} = 14{,}75\ kN$

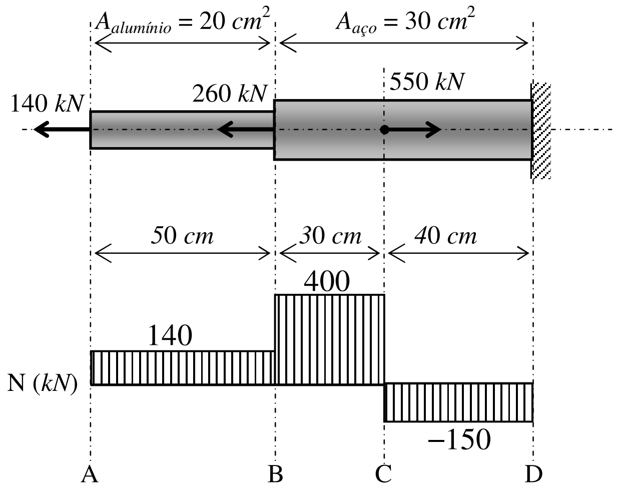
c) $F_{lim} = \sigma_{lim} A \cong 400 \times 10^6 \times \dfrac{\pi\left(8{,}5 \times 10^{-3}\right)^2}{4} = 22{,}7\ kN$

d) $F_{rup} = \sigma_{rup} A \cong 360 \times 10^6 \times \dfrac{\pi\left(8{,}5 \times 10^{-3}\right)^2}{4} = 20{,}4\ kN$

e) $\delta_{tot} = \varepsilon_{tot} L_0 \cong 0{,}27 \times 25 = 6{,}75\ mm$

3ª Questão (2,5 pontos)

Duas barras, uma de aço e outra de alumínio, são unidas rigidamente no ponto B, formando uma barra composta, conforme mostrado na figura. Os módulos de elasticidade dos materiais são $E_{aço} = 200\ GPa$ e $E_{alumínio} = 70\ GPa$. Determine:



a) O diagrama de esforço normal. Usar o espaço destinado na figura.

b) O deslocamento do ponto A em relação ao ponto B.

$$\sigma = \frac{F}{A} = E\,\varepsilon \qquad\qquad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

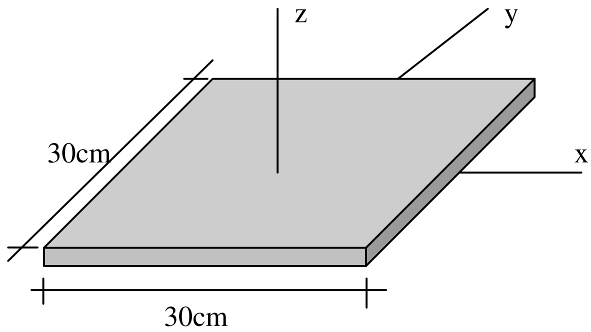
Resposta:

a) O diagrama de esforços normais está desenhado acima.

b) $\Delta_{AB} = \dfrac{140kN \times 50cm}{70GPa \times 20cm^2} = 0{,}5\,mm$ (deslocamento para a esquerda)

4ª Questão (2,5 pontos)

Quando materiais em forma de chapas finas, como as usadas na parte superior das asas de um avião, são submetidas a tensões, eles se encontram em um estado de tensão plana. Para a chapa da figura, sabendo que há variação de comprimento na direção *x* de δx = 0,8mm e em *y* de δy = -0,4mm e que $E = 200GPa$ e $\nu = 0{,}30$, determine:



a) as tensões normais e as correspondentes deformações;
b) a variação da área A_z.

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_y + \sigma_z) + \alpha\Delta T \qquad \delta\ell_x = \int_{\ell_x} \varepsilon_x dx$$

$$\varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_z + \sigma_x) + \alpha\Delta T \qquad \delta A_x = \int_{A_x} \left(\varepsilon_y + \varepsilon_z\right) dA_x$$

$$\varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_x + \sigma_y) + \alpha\Delta T \qquad \delta V = \int_V \left(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z\right) dV = \frac{1-2\nu}{E}\int_V \left(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z\right) dV + \int_V 3\alpha\Delta T dV$$

Resposta:

a) Tem-se diretamente da formulação do problema:

$$\sigma_z = 0\,,\ \varepsilon_x = \frac{0{,}8mm}{30cm} = 0{,}002667 \text{ e } \varepsilon_y = \frac{-0{,}4mm}{30cm} = -0{,}001333$$

Os valores de σ_x e σ_y são obtidos de

$$\varepsilon_x = 0{,}002667 = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_y + \sigma_z) = \frac{\sigma_x}{200GPa} - \frac{0{,}3}{200GPa}(\sigma_y + 0)$$

$$\varepsilon_y = -0{,}001333 = \frac{\sigma_y}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_x + \sigma_z) = \frac{\sigma_y}{200GPa} - \frac{0{,}3}{200GPa}(\sigma_x + 0)$$

Portanto, $\sigma_x = 498{,}17MPa$ e $\sigma_y = -117{,}22MPa$.

Além disso, $\varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_x + \sigma_y) = 0 - \frac{0{,}3}{200000}(498{,}17 - 117{,}22) = 0{,}5714\times10^{-3}$

b) $\delta A_z = \int_{A_z} \left(\varepsilon_x + \varepsilon_y\right) dA_z = \left(0{,}002667 - 0{,}001333\right)\times 30^2 cm^2 = 1{,}2cm^2$