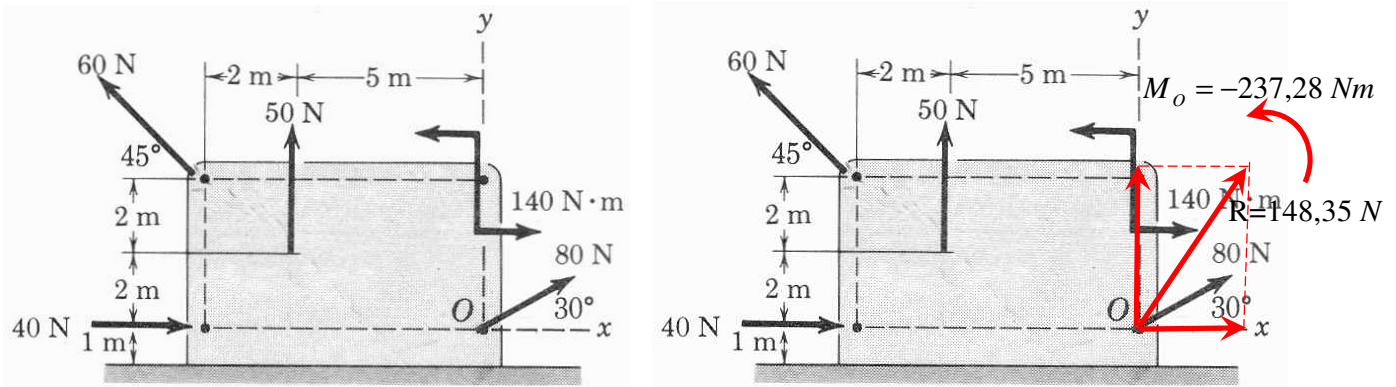


1ª Questão (2,5 pontos)

Reduza o sistema de forças da figura a uma única força que age no ponto O e a um conjugado. Indicar orientação e sentido.



a) Resultantes das forças nas direções coordenadas:

$$R_x = 40 - 60 \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 80 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 66,86 \text{ N (para a direita)}$$

$$R_y = 50 + 60 \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 80 \times \frac{1}{2} = 132,43 \text{ N (para cima)}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 148,35 \text{ N}$$

Para o cálculo do valor do conjugado, para a resultante passando pelo ponto O , pode-se estabelecer a equivalência de momentos em torno deste ponto (considerando positivo no sentido anti-horário):

$$M_o = 140 - 50 \times 5 - 60 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 3 \Rightarrow M_o = -237,28 \text{ Nm (no sentido horário, portanto)}$$

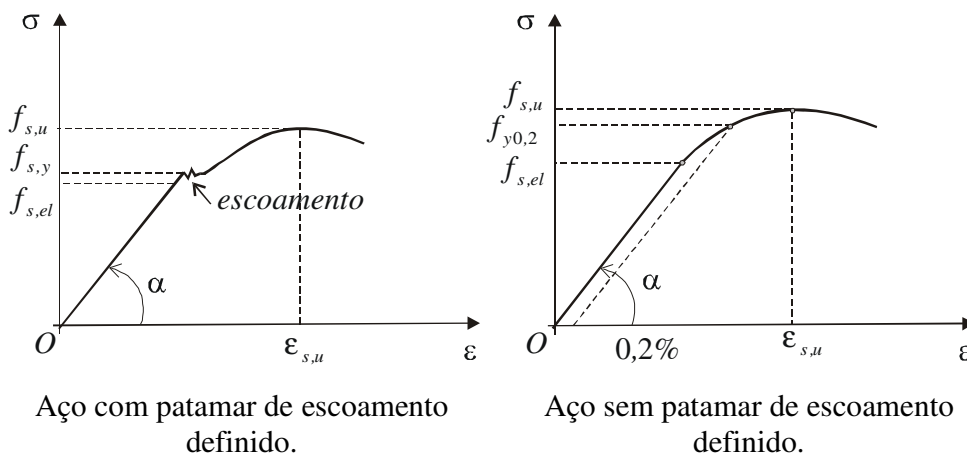
2ª Questão (2,5 pontos)

Nos diagramas tensão *versus* deformação específica, correspondentes a dois tipos de aços ensaiados à compressão axial, tem-se: diâmetro da barra $\phi = 20 \text{ mm}$; deformação específica elástica $\epsilon_{s,el} = 0,25\%$ referente ao limite elástico linear $f_{s,el} = 500 \text{ MPa}$.

A) Explicar o que é:

- 1) o trecho limitado pela tensão $f_{s,el}$;
- 2) patamar de escoamento;
- 3) a tensão $f_{s,u}$ em ambos os gráficos.

B) Calcular o módulo de elasticidade do aço (gráfico com patamar de escoamento definido).



Resposta

| | |
|------|--|
| A.1) | trecho elástico e linear, onde é válida a lei de Hooke; |
| A.2) | trecho no qual a tensão se mantém constante quando as deformações específicas variam; |
| A.3) | é a tensão máxima teórica a que o material resiste. |
| B) | $f_{s,el} = E_s \varepsilon_{s,el} \rightarrow E_s = \frac{500}{0,25\%} = 200000 \text{ MPa.}$ |

3ª Questão (2,5 pontos)

A barra rígida ABCD, dada na Figura 3.a, está apoiada por um pino em A e pelos arames BE e CF. Devido à força P, aplicada na extremidade livre D, a barra rígida ABCD gira em torno do pino A (Figura 3.b), provocando o alongamento dos dois arames. Se o deslocamento vertical máximo da extremidade livre da barra for $\delta_D = 12,9 \text{ mm}$, qual será a deformação normal máxima em cada arame? Se a deformação normal máxima admissível em cada arame for $\varepsilon_{\max} = 0,0031 \text{ mm/mm}$, qual dos dois arames estará com a deformação mais próxima deste valor? Na Figura 3.b consideram-se pequenos deslocamentos.

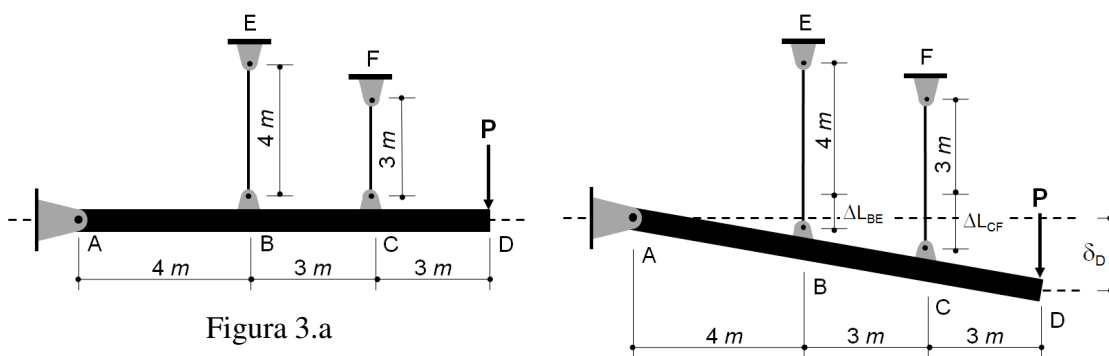


Figura 3.a

Figura 3.b

$$\frac{\delta_D}{10} = \frac{\Delta L_{BE}}{4} \rightarrow \Delta L_{BE} = \frac{4}{10} \delta_D = (0,4)(0,0129) = 0,0052 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_D}{10} = \frac{\Delta L_{CF}}{7} \rightarrow \Delta L_{CF} = \frac{7}{10} \delta_D = (0,7)(0,0129) = 0,0090 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon_{BE} = \frac{\Delta L_{BE}}{L} = \frac{0,0052}{4} = 0,0013 \text{ mm/mm} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

$$\varepsilon_{CF} = \frac{\Delta L_{CF}}{L} = \frac{0,0090}{3} = 0,0030 \text{ mm/mm} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

Portanto, o arame CF estará mais próximo da deformação normal máxima admissível. (0,5 pontos).

4ª Questão (2,5 pontos)

A barra ABCDE mostrada na Figura 4 consiste de dois segmentos (AB e BCDE), com diâmetros $\phi_{AB} = 10 \text{ cm}$ e $\phi_{BCDE} = 30 \text{ cm}$. (a) Esboçar o gráfico de esforço normal, colocando apropriadamente o sinal positivo ou negativo para, respectivamente, tração e compressão. Em seguida, (b) determinar as tensões atuantes na barra ABCDE. (c) Supondo módulo de elasticidade $E = 100 \text{ GPa}$, qual será a variação de comprimento do segmento AB da barra?

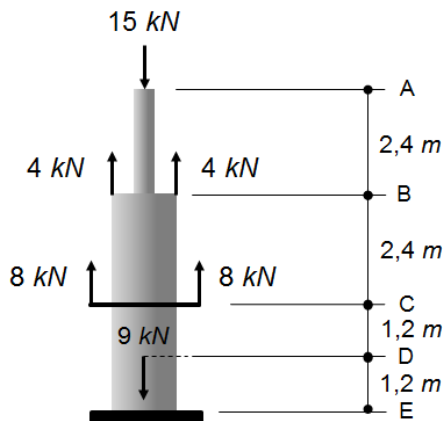
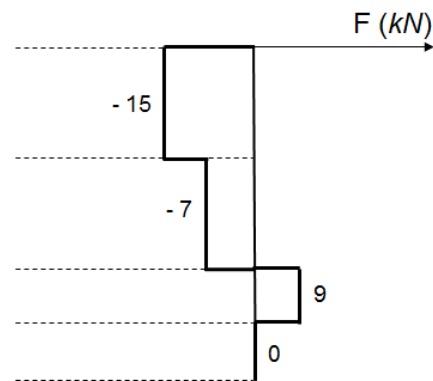


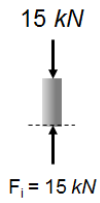
Figura 4



(a) 0,5 pontos

$$A_{AB} = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi (0,1)^2}{4} = 0,00785 \text{ m}^2$$

$$A_{BCDE} = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi (0,3)^2}{4} = 0,07069 \text{ m}^2$$

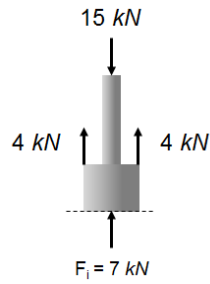


$$\sigma_{AB} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{AB} = \frac{-15000}{0,00785}$$

$$\sigma_{AB} = -1,911 \text{ MPa}$$

(b_1) 0,4 pontos

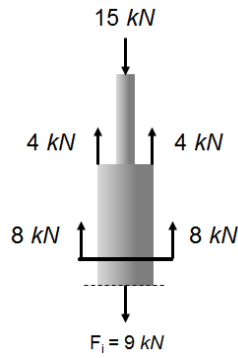


$$\sigma_{BC} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{BC} = \frac{-7000}{0,07069}$$

$$\sigma_{BC} = -0,099 \text{ MPa}$$

(b_2) 0,4 pontos

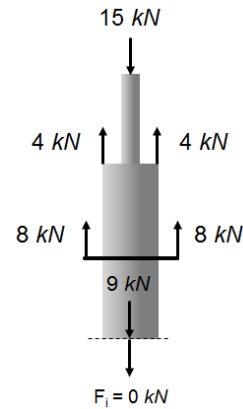


$$\sigma_{CD} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{CD} = \frac{9000}{0,07069}$$

$$\sigma_{CD} = 0,127 \text{ MPa}$$

(b_3) 0,4 pontos



$$\sigma_{DE} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{DE} = \frac{0}{0,07069}$$

$$\sigma_{DE} = 0,0 \text{ MPa}$$

(b_4) 0,4 pontos

c) $\Delta L_{AB} = \frac{\sigma_{AB} L}{E} = \frac{(-1,911 \cdot 10^6)(2,4)}{100 \cdot 10^9} = 4,586 \cdot 10^{-5} \text{ m} = -0,0459 \text{ mm}$ **(0,4 pontos)**