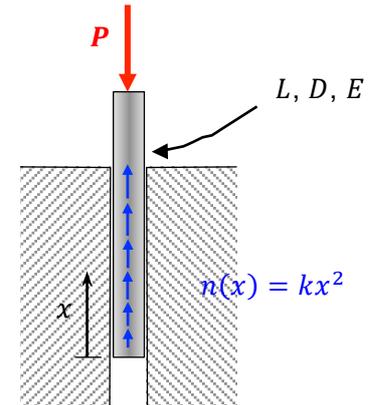


Problema 1 (2,0 pontos). Um cilindro elástico de diâmetro D , comprimento L e módulo de elasticidade E deve ser introduzido num furo de mesmo diâmetro. Uma carga axial P deve ser aplicada na sua extremidade para vencer a força de atrito por unidade de comprimento que varia ao longo da direção axial de acordo com a expressão $n(x) = kx^2$.



Determine:

- (a) A menor força P que deve ser aplicada para que todo o cilindro seja introduzido no furo;
- (b) A máxima tensão axial produzida no cilindro;
- (c) A variação no comprimento do cilindro: $\Delta L = u(L) - u(0)$

Problema 2 (1,5 pontos). Determine as tensões principais e a máxima tensão cisalhante para os três estados de tensão apresentados abaixo:

(a) $[\sigma] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \tau \\ 0 & 2\tau & 0 \\ \tau & 0 & 0 \end{bmatrix}$

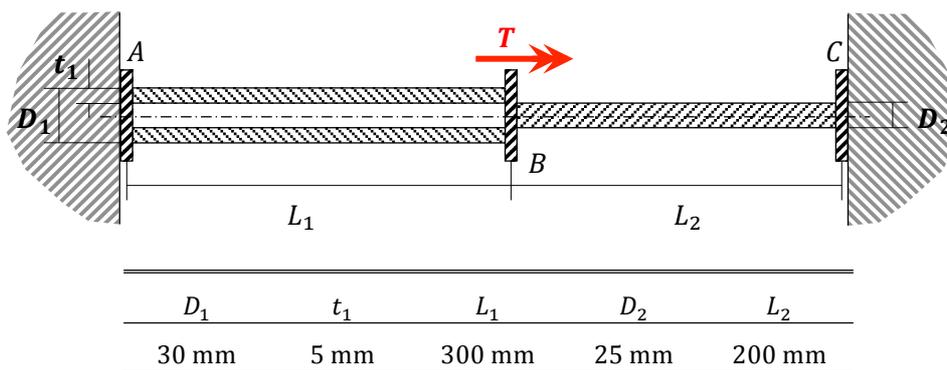
(b) $[\sigma] = \begin{bmatrix} \tau & 0 & \tau \\ 0 & \tau & 0 \\ \tau & 0 & \tau \end{bmatrix}$

(c) $[\sigma] = \begin{bmatrix} 100 & -40 & 0 \\ -40 & 30 & 0 \\ 0 & 0 & 60 \end{bmatrix}$ Mpa

Problema 3 (3,0 pontos). Um eixo cilíndrico, com diâmetro de 25 mm, é simultaneamente carregado por uma força axial N e um torque T . A máxima tensão cisalhante admissível para que o material da barra opere no regime elástico é $\tau_y = 70$ Mpa. Determine o máximo valor admissível para o torque T quando $N = 50$ kN.

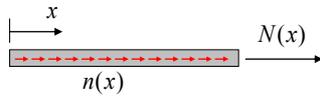


Problema 4 (3,5 pontos). O eixo mostrado na figura abaixo, engastado nas extremidades A e C , é composto por um tubo de diâmetro externo D_1 , espessura t_1 e comprimento L_1 , acoplado a uma barra cilíndrica de diâmetro D_2 e comprimento L_2 . Ele é carregado por um torque $T = 800$ N·m aplicado na seção B . Além disso, após a montagem, o eixo é submetido a uma variação de temperatura de $\Delta T = 30^\circ$ C. Tanto o tubo quanto a barra são fabricados do mesmo material, um aço com módulo de elasticidade $E = 200$ GPa, módulo de cisalhamento $G = 80$ GPa e coeficiente de dilatação térmica $\alpha = 13 \times 10^{-6}$ °C⁻¹. Determine as máximas tensões cisalhantes no tubo e na barra.



Equações

1) Carregamento axial



$$\frac{dN}{dx} + n(x) = 0, \quad \epsilon = \frac{du}{dx} = \frac{N}{EA} + \alpha \Delta T$$

2) Carregamento de Torção

$$\frac{\Delta \phi}{L} = \frac{T}{GJ}$$

$$\text{Cilindro: } J = \pi D^4 / 32$$

$$\tau(r) = r \frac{T}{J}$$

$$\text{Tubo: } J = \pi(D_e^4 - D_i^4) / 32$$

3) Estado plano de tensão

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} \quad R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \sigma_{xy}^2}$$

$$\sigma_I = \sigma_m + R \quad \sigma_{II} = \sigma_m - R$$

Tensão Cisalhante Máxima

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 \quad \tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$