ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

Q1: _____
Q2: _____
Q3: _____
Nota: _____

PME3210 – Mecânica dos Sólidos I – P2 – 15/05/2019
Duração: 100 minutos
Não é permitido o uso de equipamentos eletrônicos durante a prova!

Nome: _____ N.USP: _____ Assinatura: _____

1ª Questão (2,0 pontos)
Deseja-se transmitir uma potência de $27kW$ por meio de um eixo girando a $240rpm$. O eixo será um tubo de alumínio com $40mm$ de diâmetro externo. Sabendo que a tensão de escoamento no cisalhamento para a liga a ser utilizada é $\tau_y = 200MPa$ e que o fator de segurança deve ser *2*, pede-se determinar qual deve ser o diâmetro interno do tubo.
(Usar a aproximação $\pi = 3$)

Resolução:

$$T = \frac{P}{\omega} = 1125Nm$$

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_y}{FS} = 100MPa$$

$$\tau_{adm} = \frac{Tr_{ext}}{I_P} \Rightarrow I_P = \frac{Tr_{ext}}{\tau_{adm}}$$

$$I_P = \frac{\pi}{32}\left(d_{ext}^4 - d_{int}^4\right)$$

$$d_{int} = \sqrt[4]{d_{ext}^4 - \frac{32I_P}{\pi}} \Rightarrow d_{int} = \sqrt[4]{d_{ext}^4 - \frac{32Tr_{ext}}{\pi\tau_{adm}}}$$

$$\Rightarrow d_{int} = 20mm$$

(2,0)

2ª Questão (4,0 pontos)

A barra ABC indicada na figura é formada por um tubo cilíndrico AB de parede fina (raio médio R_m e espessura h, sendo $h/R_m \ll 1$) e por um tubo cônico BC de parede fina (com raios médios R_m em B e $1{,}5R_m$ em C) e de mesma espessura h. Considere que as extremidades A e C estejam engastadas e que um torque uniformemente distribuído de intensidade t_o seja aplicado sobre AB. Pede-se:

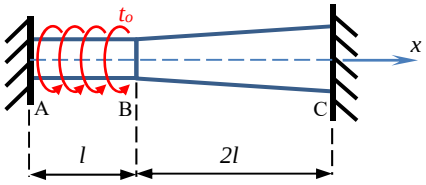
a) Os torques reativos em A e em C (forneça a resposta literal e numérica);

b) A espessura h necessária para que o fator de segurança com relação à tensão de escoamento no cisalhamento (τ_y) seja *FS* (forneça a resposta literal e numérica);

c) o ângulo de rotação na seção B considerando que o material permaneça no regime elástico-linear (forneça apenas a resposta literal).

Dados (para a solução numérica):

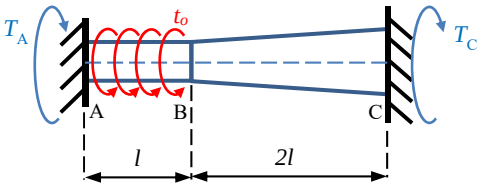
R_m = 100 mm, l = 1000 mm, t_o = 3800 N.m/m, τ_y = 100 MPa, *FS* = 6 *(Usar a aproximação $\pi = 3$)*



Respostas:

a) $|T_A| = \frac{29}{38} t_o l = 2900\ N.m$ e $|T_C| = \frac{9}{38} t_o l = 900\ N.m$ (2,0 pontos)

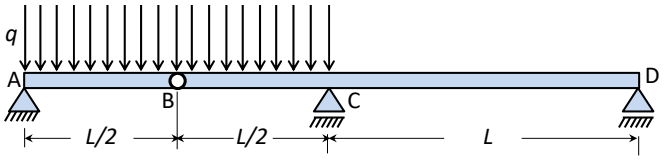
Sentidos de T_A e de T_C como os indicados na figura abaixo:



b) $h = \frac{29 t_o l (FS)}{76 \pi R_m^2 \tau_y} \Rightarrow h = 2{,}9mm \cong 3mm$ (1,0 ponto)

c) $\varphi_{B,A} = \frac{5}{19} \frac{t_o l^2}{G I_{p1}} = \frac{5}{38\pi} \frac{t_o l^2}{G R_m^3 h}$ (1,0 ponto)

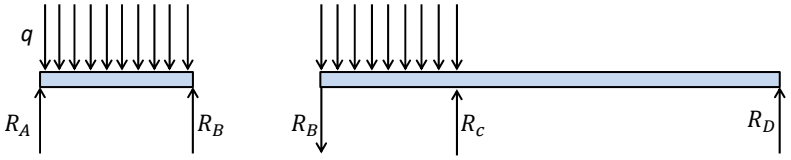
3ª Questão (4,0 pontos)



A viga contínua ABCD da figura é suportada por uma articulação em A e apoios simples em C e D. Em B há um alívio de momento fletor (rótula). Ao trecho AC está aplicada uma força uniformemente distribuída de magnitude *q*. Pedem-se:
a) as reações em A, C e D;
b) o diagrama de força cortante;
c) o diagrama de momento fletor.

Resolução:

a) DCL, separando a estrutura na rótula *B*:



Das equações de equilíbrio do trecho *AB* conclui-se que:

$$R_A = R_B = \frac{qL}{4}$$

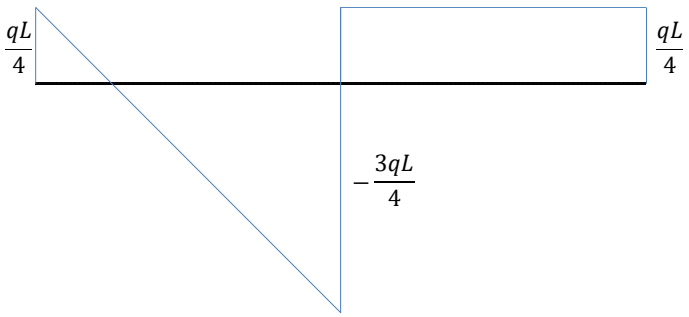
Das equações de equilíbrio do trecho *BD* conclui-se que:

$$R_C = qL$$

$$R_D = -\frac{qL}{4}$$

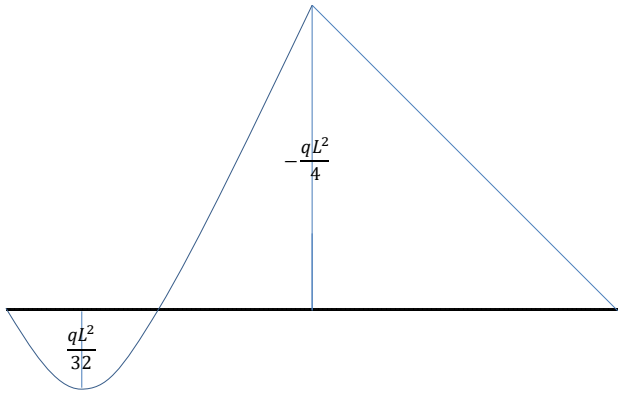
(2,0)

b) Diagrama de força cortante:



(1,0)

c) Diagrama de momento fletor (desenhando o diagrama do lado tracionado da viga):



(1,0)