

Nome: \_\_\_\_\_ Nº USP: \_\_\_\_\_

(Colocar nome em todas as folhas!)

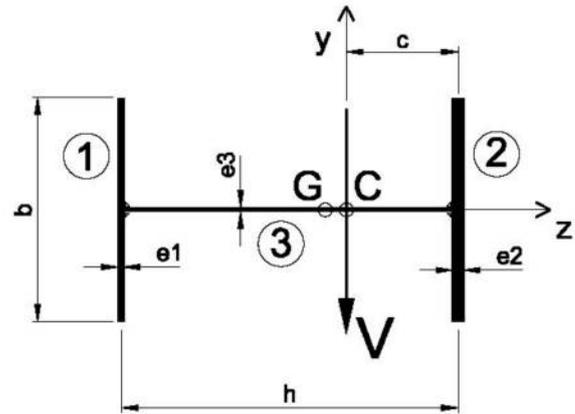
## 3ª Prova — 1º semestre de 2018

## 1ª Questão (3,5 pontos)

A seção transversal indicada na figura ao lado é formada por 3 trechos: (1) e (2) são verticais, com espessuras  $e_1$  e  $e_2$  e comprimento  $b$ ; e (3) é horizontal, com espessura  $e_3$  e comprimento  $h$ . Para a força cortante  $V$  vertical passando pelo centro de cisalhamento  $C$ , demonstre que

$$V_1 = \frac{I_{z1}}{I_{z1} + I_{z2}} V; \quad V_2 = \frac{I_{z2}}{I_{z1} + I_{z2}} V; \quad V_3 = 0.$$

em que  $V_i$  é a contribuição do trecho ( $i$ ),  $i = 1, 2, 3$ , da seção transversal para a força cortante  $V$ ; e  $I_{zi}$  são os momentos de inércia de cada trecho em relação ao eixo horizontal  $z$  que passa pelo baricentro.

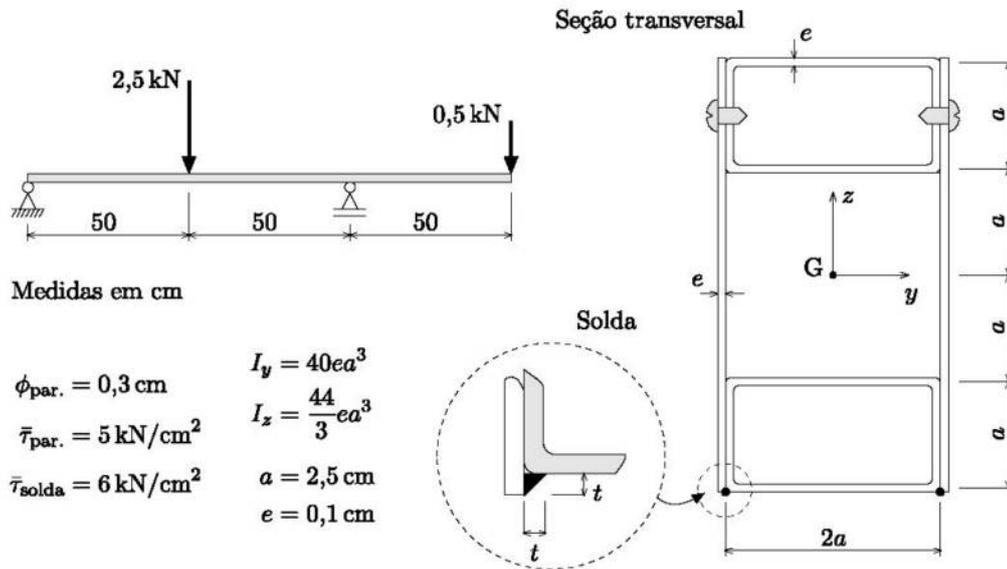


Em seguida, adotando:  $b = 40$  cm;  $e_1 = 1,25$  cm;  $e_2 = 2,5$  cm;  $h = 60$  cm;  $e_3 = 0,8$  cm, determine a posição do centro de cisalhamento  $C$  e calcule o valor de  $V$  correspondente à uma tensão tangencial máxima de  $1,2$  kN/cm<sup>2</sup>.

(Sugestão: Construa o diagrama do fluxo de cisalhamento  $q$  e determine as resultantes em cada trecho da seção).

2ª Questão (3,0 pontos)

Para a viga da figura, determine o espaçamento máximo  $s$  dos parafusos, constante para toda a viga, e a dimensão  $t$  dos filetes de solda indicados na seção transversal. Uma vez conhecido o valor de  $t$ , você especificaria solda contínua ou pontos/cordões de solda igualmente espaçados? Justifique.

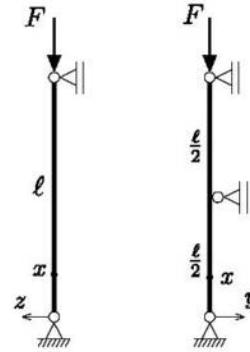
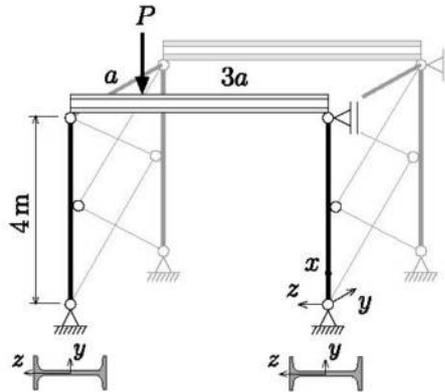


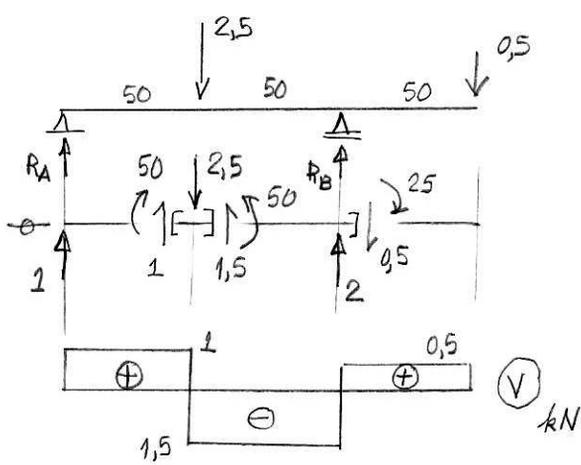
3ª Questão (3,5 pontos)

As colunas metálicas de sustentação de uma ponte rolante estão contraventadas de modo a satisfazer os esquemas de vinculação mostrados para os dois planos centrais de inércia  $xy$  e  $xz$ . Admitindo um fator de segurança  $\gamma = 3$ , determine o valor admissível da carga  $P$ . São dados:  $E = 21 \times 10^3 \text{ kN/cm}^2$ ; Perfil S5  $\times$  10 com  $A = 18,9 \text{ cm}^2$ ,  $I_y = 512 \text{ cm}^4$  e  $I_z = 50,8 \text{ cm}^4$ . Considere

$$\sigma_{fl} = 24 - 3 \left( \frac{\lambda}{\lambda_{lim}} \right)^2 \text{ [kN/cm}^2\text{]} \text{ para } 0 \leq \lambda \leq \lambda_{lim};$$

$$\sigma_{fl} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \text{ para } \lambda \geq \lambda_{lim}$$





$$\sum \curvearrowright R_A \times 100 - 2,5 \times 50 + 0,5 \times 50 = 0$$

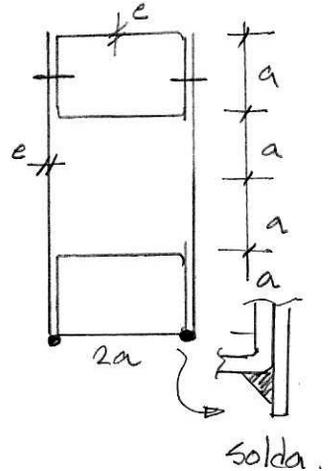
$$R_A = 1 \text{ kN} \quad R_B = 2 \text{ kN}$$

Tubo retangular:

$$\bar{S} = (4ea + 2ea) \times \frac{3}{2}a = 9ea^2$$

$$q = \frac{V\bar{S}}{I} = \frac{1,5 \times 9ea^2}{40ea^3} = \frac{27}{80a} = \frac{0,3375}{a}$$

$$q = 0,135 \text{ kN/cm}$$



• Espacamento dos parafusos:

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi 0,3^2}{4} = 0,0707 \text{ cm}^2$$

$$q \cdot a = \bar{\sigma}_{\text{par}} A_{\text{area}} \Rightarrow 0,135 a = 5 \times (2 \times 0,0707) \Rightarrow a = 2,09 a = 5,24 \text{ cm}$$

Em um trecho de 50 cm podemos colocar a = 5,0 cm  $\rightarrow n = 3 \times 20 = 60$   
total de 60 parafusos.

• Espessura da solda:

$$q \cdot a = \bar{\sigma}_{\text{solda}} (2 \times \frac{t}{\sqrt{2}}) \Rightarrow 0,135 a = 6\sqrt{2} t \Rightarrow t = 1,59 \times 10^{-2} \text{ cm}$$

Seria melhor especificar pontas ou cordões de solda pois  $t \ll e = 1 \text{ mm}$ .



$$I_y: I_{\square} = 2 \left[ 2ea \times \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \frac{ea^3}{12} \right] = \frac{7}{6} ea^3$$

$$I_y = 2 \left[ I_{\square} + 6ea \times \left[\frac{3a}{2}\right]^2 + \frac{e(4a)^3}{12} \right] = 2ea^3 \left[ \frac{7}{6} + \frac{54}{4} + \frac{64}{12} \right] = 40ea^3$$

$$I_z = 2 \left[ 8ea \times a^2 + \frac{2e(2a)^3}{12} - 2ea \times a \right] = 2ea^3 \left[ 8 + \frac{4}{3} - 2 \right] = \frac{44}{3} ea^3$$