

1. (6.0 val.) Considere um catalisador de automóvel para o tratamento de gases de escape constituído por um monólito tipo favo de mel (Figura 1). O monólito consiste num bloco cilíndrico com 20 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro formado por 1120 canais de secção circular cada um com 1.0 mm de diâmetro por onde os gases de escape fluem. O monólito está colocado num tubo de aço com 4 cm de diâmetro interior e 5 cm de diâmetro exterior. Os gases de escape entram no catalisador com um caudal mássico total igual a 0.02 kg.s^{-1} e a 400 K. Considere para todos os cálculos que as propriedades termofísicas do gás de escape ao longo dos canais são constantes e iguais a:

$$c_p = 1043.500 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}; \mu = 2.233 \times 10^{-5} \text{ N.s.m}^{-2}; k = 3.284 \times 10^{-2} \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}; Pr = 0.71$$

Considere para o aço uma condutibilidade térmica igual a $15.0 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

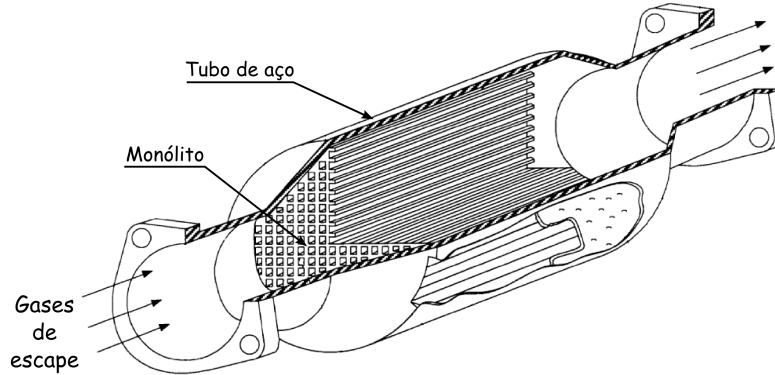


Figura 1: Catalisador de automóvel.

- (1.0 val.) Determine o coeficiente de transmissão de calor médio ao longo de cada canal do monólito no instante de arranque do motor assumindo que o monólito está à temperatura constante de 300 K. Considere uma distribuição uniforme do caudal total por todos os canais. (Se não respondeu a esta pergunta pode considerar $\bar{h} = 120 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ para a próxima questão).
- (1.5 val.) Determine a taxa de transferência de calor do gás de escape para monólito no instante de arranque do motor quando o monólito está à temperatura constante de 300 K.
- (2.0 val.) Considere o monólito como um sólido com uma condutibilidade igual a $0.523 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ e onde se regista, em regime estacionário, uma taxa geração de energia térmica ($\dot{E}_g$) constante e igual a 200 W. Determine o coeficiente de convecção na superfície exterior do tubo de aço sabendo que no centro do monólito ($r = 0 \text{ cm}$) se verifica uma temperatura de 550 K e que a temperatura do ar ambiente em torno do tubo de aço é igual a 300 K. Despreze a transmissão de calor axial e a resistência térmica de contacto entre o monólito e o tubo de aço.
- (1.5 val.) Considere agora o monólito e o tubo de aço como um sólido único (com 5 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento) definido por uma condutibilidade térmica de $0.6 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ e por uma difusividade térmica igual a $5 \times 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$. Considere que no instante em que o motor é desligado o monólito e o tubo de aço estão à temperatura constante de 600 K. Estime a temperatura na superfície do tubo de aço ao fim de 3 minutos considerando que a superfície exterior do tubo de aço está exposta a um ambiente com uma temperatura e um coeficiente de convecção de 300 K e $28.8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, respectivamente. Despreze a transmissão de calor axial.