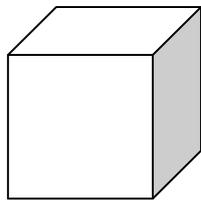


# MEC010 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

## Lista de Exercícios 01

1. Qual é a taxa total de perda de calor por hora de um recipiente de 0,5 m por 0,5 m, tendo paredes de 5 cm de espessura, feitas de material isolante com a condutividade térmica  $k=0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$  quando há uma diferença de temperatura de  $30 \text{ °C}$  entre o interior e o exterior? Despreze, no coeficiente de transferência de calor, as resistências térmicas nas superfícies interna e externa. **Resposta:**  $q=130 \text{ kJ/h}$ .



Dados:  $A = 6 * 0,5^2 = 1,5 \text{ m}^2$

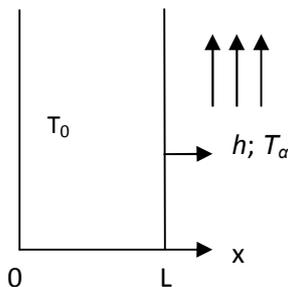
$$L = 5 \text{ cm}$$

$$k = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$$

$$\Delta T = 30 \text{ °C}$$

Pede-se:  $q$  para  $t=1h$

2. Deduza uma expressão da distribuição de temperatura  $T_{(x)}$  unidimensional, estacionária, em uma chapa de espessura  $L$ , sem geração de calor, quando a superfície em  $x = 0$  é conservada em temperatura uniforme  $T_0$  e a superfície, em  $x = L$ , dissipa calor por convecção, com um coeficiente de transferência de calor  $h$ , para o ar ambiente à temperatura  $T_\alpha$ . Admita condutividade térmica constante.



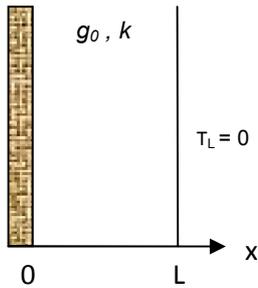
Condições de contorno:

$$\text{I: } \frac{\partial^2 T_{(x)}}{\partial x^2} = 0 \quad \text{para } 0 < x < L$$

$$\text{II: } T_{(x)} = T_0 \quad \text{em } x = 0$$

$$\text{III: } k \cdot \frac{\partial T_{(x)}}{\partial x} + h \cdot T_{(x)} = h \cdot T_\alpha \quad \text{em } x = L$$

3. Deduza uma expressão da distribuição de temperatura  $T_{(x)}$  unidimensional, estacionária, em uma chapa de espessura  $L$ , nas seguintes condições: há geração de calor na chapa a uma taxa constante  $g_0$  ( $\text{W/m}^3$ ); a superfície em  $x = 0$  é mantida isolada e a superfície em  $x = L$  é mantida à temperatura zero. Admita condutividade térmica constante. Determine a equação da temperatura da extremidade isolada. Calcule a temperatura da superfície isolada com  $k=40 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$ ,  $g_0 = 10^6 \text{ W/m}^3$ ,  $L = 0,1 \text{ m}$ .



Condições de contorno:

$$\text{I: } \frac{\partial^2 T_{(x)}}{\partial x^2} + \frac{1}{k} \cdot g_0 = 0 \quad \text{para } 0 < x < L$$

$$\text{II: } -k \cdot \frac{\partial T_{(x)}}{\partial x} = 0 \quad \text{em } x = 0$$

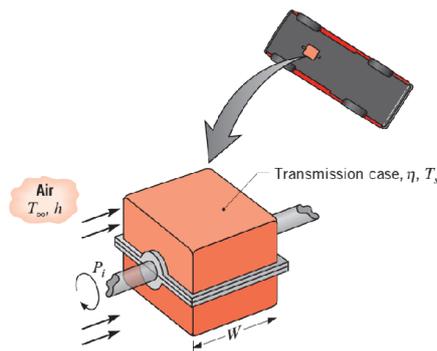
$$\text{III: } T_{(x)} = 0 \quad \text{em } x = L$$

4. Uma tubulação industrial aérea de vapor d'água não isolada termicamente, com 25 m de comprimento e 100 mm de diâmetro, atravessa uma construção cujas paredes e o ar ambiente estão a 25°C. Vapor pressurizado mantém uma temperatura superficial na tubulação de 150°C e o coeficiente associado à convecção natural é de  $h = 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . A emissividade da superfície é  $\epsilon = 0,8$ . **Respostas:**  $q = 18405 \text{ W}$ ; **custo anual = \$6450**.

a) Qual é a taxa de perda de calor na linha de vapor?

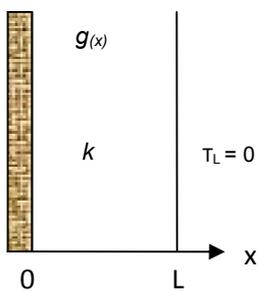
b) Sendo o vapor gerado em uma caldeira de fogo direto, operando com uma eficiência de  $\eta = 0,90$ ; e o gás natural cotado a  $C_g = \$0,01$  por MJ, qual é o custo anual da perda de calor na linha?

5. Uma caixa de transmissão, medindo  $W = 0,30 \text{ m}$  de lado, recebe uma entrada de potência de  $P_{\text{ent}} = 150 \text{ hp}$  vinda de um motor. Sendo a eficiência de transmissão  $\eta = 0,93$ ; com o escoamento do ar caracterizado por  $T_{\infty} = 30^\circ\text{C}$  e  $h = 200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , qual é a temperatura superficial da caixa de transmissão? **Resposta:**  $T_s = 102,5 \text{ C}$ .



6. Uma parede plana de espessura  $L$  e condutividade térmica  $k$  tem sua superfície em  $x = 0$  isolada e a outra superfície em  $x = L$  se mantém a temperatura zero. Gera-se calor no interior da parede a uma taxa  $g_{(x)} = g_0 \cdot \cos \frac{\pi \cdot x}{2L} \text{ W}/\text{m}^3$  onde  $g_0$  é a taxa de geração de calor por unidade de volume em  $x = 0$ .

- a. Estabeleça uma expressão da distribuição de temperatura  $T_{(x)}$ , unidimensional e estacionária na parede;
- b. Estabeleça a equação da temperatura da extremidade isolada.



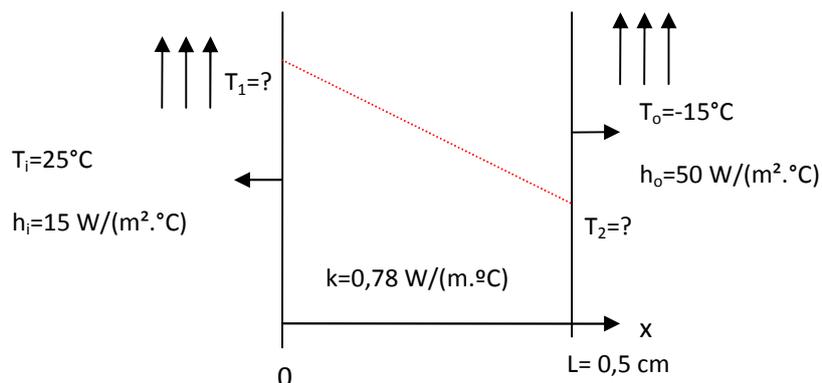
Condições de contorno:

$$\text{I: } \frac{\partial^2 T_{(x)}}{\partial x^2} + \frac{1}{k} \cdot g_o \cdot \cos \frac{\pi \cdot x}{2 \cdot L} = 0 \quad \text{para } 0 < x < L$$

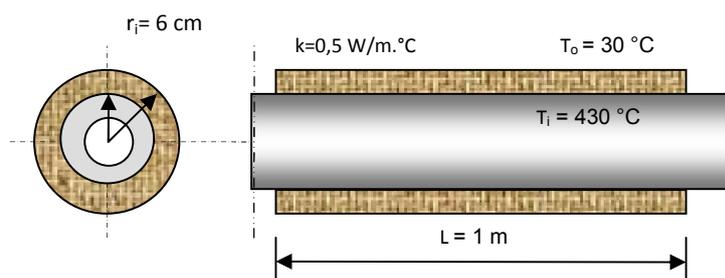
$$\text{II: } -k \cdot \frac{\partial T_{(x)}}{\partial x} = 0 \quad \text{em } x = 0$$

$$\text{III: } T_{(x)} = 0 \quad \text{em } x = L$$

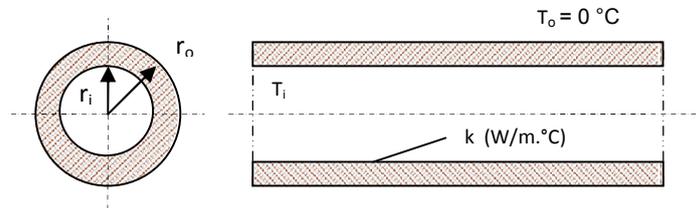
7. Uma grande janela de vidro, com  $L = 0,5$  cm de espessura e condutividade térmica  $k = 0,78$  W/(m.°C), está exposta ao ar quente a  $T_i = 25$  °C em sua superfície interna; o coeficiente de transferência de calor para o ar interior é  $h_i = 15$  W/(m².°C). O ar exterior está a  $T_o = -15$  °C, e o coeficiente de transferência de calor associado à sua superfície externa é  $h_o = 50$  W/(m².°C). Quais são as temperaturas das superfícies interna e externa do vidro? **Respostas:**  $T_1 = -3,7$  °C;  $T_2 = -6,4$  °C.



8. O isolamento cilíndrico de um tubo de vapor tem raio interno  $r_i = 6$  cm, raio externo  $r_o = 8$  cm e condutividade térmica  $k = 0,5$  W/(m.°C). A superfície interna do isolamento está a uma temperatura  $T_i = 430$  °C e a superfície externa a  $30$  °C. Determine a perda de calor por metro de comprimento deste isolamento. **Resposta:**  $q = 4368$  W/m.



9. Um tubo cilíndrico de paredes grossas, com condutividade térmica  $k$  em  $\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ , está sujeito a uma temperatura uniforme constante  $T_i$  na superfície interna  $r = r_i$  e à temperatura zero na superfície externa  $r = r_o$ . Não há geração de calor. Determine a distribuição de temperatura estacionária  $T(r)$  no cilindro. Obtenha a relação do fluxo de calor na superfície externa  $r = r_o$ .



10. Em um elemento combustível cilíndrico de um reator nuclear resfriado a gás, a taxa de geração de calor dentro do elemento combustível, devido à fissão, pode ser representada pela relação  $g_{(r)} = g_o \left[ 1 - \left( \frac{r}{b} \right)^2 \right]$   $\text{W}/\text{m}^3$ , onde  $b$  é o raio do elemento combustível e  $g_o$  é constante. A superfície em  $r = b$  é mantida a uma temperatura uniforme  $T_o$ .

- a) Admitindo fluxo de calor estacionário e unidimensional, desenvolva a equação da queda da temperatura entre o eixo e a superfície do elemento combustível.
- b) Com o raio  $b = 2$  cm, condutividade térmica  $k = 10$   $\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$  e  $g_o = 4 \times 10^7$   $\text{W}/\text{m}^3$ , calcule a queda de temperatura entre o eixo e a superfície. **Resposta = 300 °C.**

