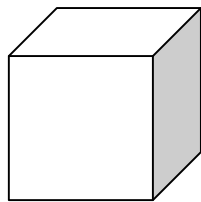


MEC010 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

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 °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: $A = 6 * 0,5^2 = 1,5 \text{ m}^2$

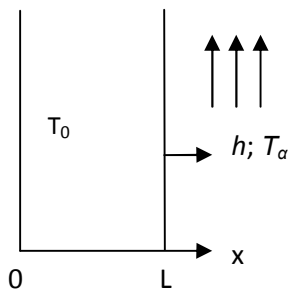
$$L = 5 \text{ cm}$$

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

$$\Delta T = 30 \text{ °C}$$

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_α . Admita condutividade térmica constante.



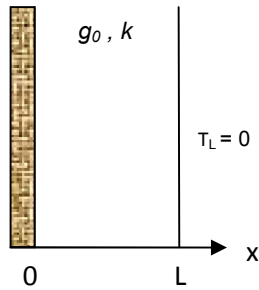
Condições de contorno:

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

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

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

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 $g_0 \text{ (W/m}^3\text{)}$; 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:

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

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

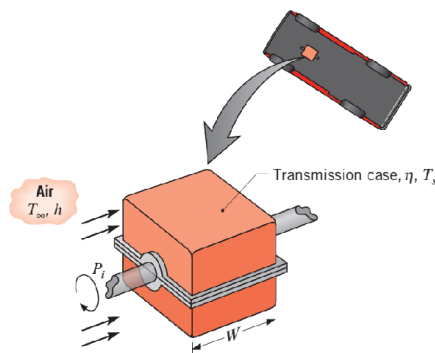
$$\text{III: } T_{(x)} = 0 \quad \text{em } x = L$$

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?

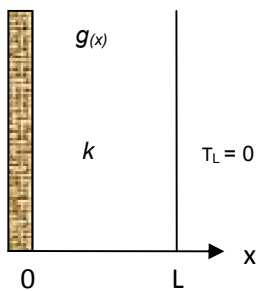
b) Sendo o vapor gerado em uma caldeira de fogo direto, operando com uma eficiência de $\eta = 0,90$; e o gás natural cotado a $C_g = \$0,01$ por MJ, qual é o custo anual da perda de calor na linha?

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.



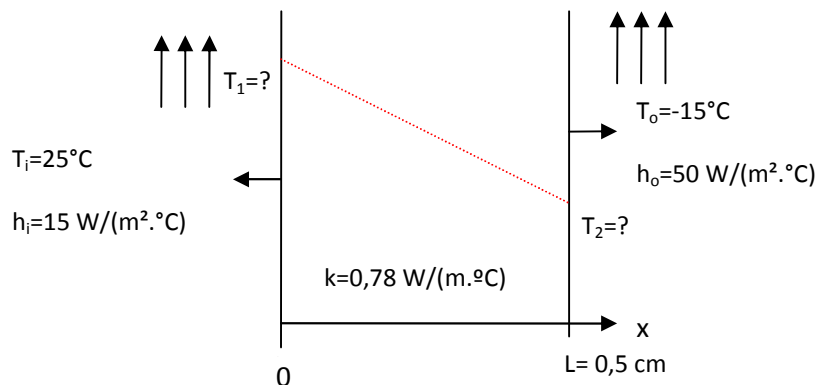
Condições de contorno:

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

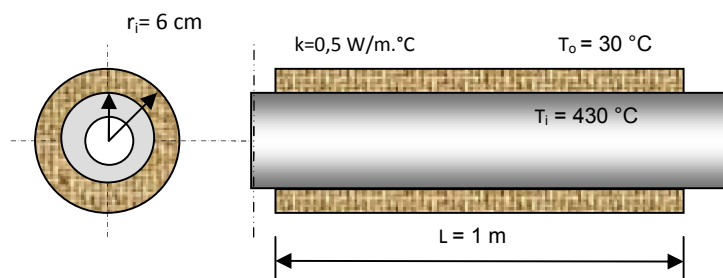
$$\text{II: } -k \cdot \frac{\partial T_{(x)}}{\partial x} = 0 \quad \text{em } x = 0$$

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

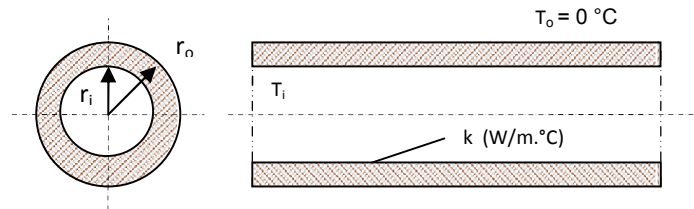
7. Uma grande janela de vidro, com $L = 0,5$ cm de espessura e condutividade térmica $k = 0,78$ W/(m.°C), está exposta ao ar quente a $T_i = 25$ °C em sua superfície interna; o coeficiente de transferência de calor para o ar interior é $h_i = 15$ W/(m².°C). O ar exterior está a $T_o = -15$ °C, e o coeficiente 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 $g_{(r)} = g_o \left[1 - \left(\frac{r}{b} \right)^2 \right]$ W/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 $g_o = 4 \times 10^7$ W/m^3 , calcule a queda de temperatura entre o eixo e a superfície. **Resposta = 300°C .**

