

# DISCIPLINA: TRANSFERÊNCIA DE CALOR

PROF. DR. RODRIGO LISITA RIBERA

Aluno: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

1ª Avaliação - Duração: 4hrs/Aula

\*\*\*

Formulário:

$$q''_x = -k \frac{\Delta T}{\Delta x}, q'' = h(T_s - T_\infty), q''_{rad} = \epsilon \sigma (T_s^4 - T_{viz}^4)$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} [W/m^2 K^4]$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{q} = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( k r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \phi} \left( k \frac{\partial T}{\partial \phi} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{q} = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

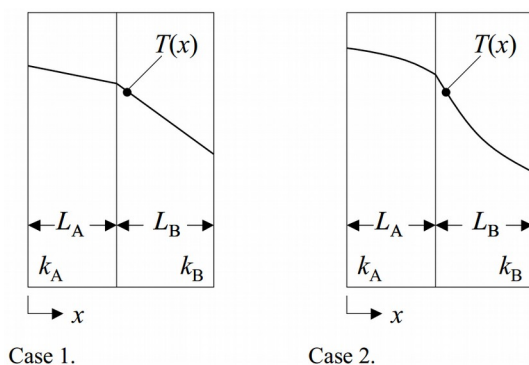
$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( k r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} \left( k \frac{\partial T}{\partial \phi} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( k \sin \theta \frac{\partial T}{\partial \theta} \right) + \dot{q} = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

$$R_{t,cond} = \frac{T_{s,1} - T_{s,2}}{q_x} = \frac{L}{kA}$$

$$R_{t,conv} = \frac{T_s - T_\infty}{q} = \frac{1}{hA}$$

1ª Questão (1 pontos). Considere as distribuições de temperaturas em regime estacionário no interior de uma parede composta pelos materiais A e B. Para os dois casos mostrados não há geração interna de energia e o processo de condução pode ser considerado unidimensional. Para os dois casos responda e justifique:

- Qual material tem maior condutividade térmica?
- A condutividade térmica varia de forma significativa com a temperatura?
- Se a resposta anterior (da questão b) for afirmativa como varia a condutividade térmica em função da temperatura?



2ª Questão (2 pontos). Um compartimento refrigerado consiste numa cavidade cúbica com 2m em cada lado. Assumindo que o fundo esteja perfeitamente isolado, qual a mínima espessura de material isolante, com condutividade térmica  $k=0,030 \text{ W/mK}$ , deve ser aplicado ao topo e lados do compartimento, para que a perda de calor seja menor que 500W, quando as temperaturas interna e externa da superfície forem  $-10^\circ\text{C}$  e  $35^\circ\text{C}$ , respectivamente?

3ª Questão (2 pontos). Um duto retangular para aquecimento de ar forçado é suspenso a partir do teto de um porão cuja as paredes e o ar estão na temperatura  $T_\infty = T_{\text{viz}} = 5^\circ\text{C}$ . O duto tem um comprimento de 15 m e a sua seção transversal é de 350 mm x 200 mm. A temperatura superficial média do duto é de  $50^\circ\text{C}$ . A emissividade é de 0,5 e o coeficiente convectivo na superfície é de  $4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . Se o ar aquecido entra no duto à temperatura de  $58^\circ\text{C}$  com velocidade de 4 m/s, qual é a temperatura do ar na saída do duto? Dados massa específica média do ar  $\rho=1,10 \text{ kg/m}^3$  e calor específico a pressão constante  $C_p=1008 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ .

4ª Questão (2 pontos). Para maximizar a produção e minimizar custos de bombeamento, óleo cru é aquecido para reduzir sua viscosidade no transporte vindo dos campos de produção de petróleo. Considere uma configuração de dois tubos concêntricos de aço [ $k_{\text{aco}}=35 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ], com óleo cru quente escoando no tubo interno e com material isolante na região anelar (entre os tubos interno e externo de aço). Todo o sistema atravessa água oceânica gelada. O tubo interno tem diâmetro interno de  $D_{i,1}=150 \text{ mm}$ , com espessura de parede de  $t_i=10 \text{ mm}$ . O tubo externo tem diâmetro interno de  $D_{i,2}=250 \text{ mm}$  e espessura da parede também de  $t_e=10 \text{ mm}$ . Determine a máxima temperatura permitida para o óleo cru de forma a garantir que o isolante de espuma de poliestireno [ $k_{\text{iso}}=0,075 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ], presente na região anelar (entre os tubos), não atinja sua temperatura máxima de serviço,  $T_{\text{iso, max}}=70^\circ\text{C}$ . A água oceânica está a temperatura de  $T_\infty=-5^\circ\text{C}$  e fornece um coeficiente de transferência de calor por convecção de  $h_\infty=500 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . O coeficiente de transferência de calor por convecção associado ao escoamento do óleo cru é de  $h_i=450 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

5ª Questão (2 pontos). Características únicas de materiais biológicos ativos, tais como frutas e vegetais, requerem cuidados especiais de manuseio. Após a colheita e separação, glicose é catabolizada, produzindo dióxido de carbono, vapor de água e calor, com geração de energia interna. Considere uma cartela de maçãs, cada uma com 80mm de diâmetro, ventiladas com ar a 5°C e velocidade de 0.5m/s. Em cada maçã, energia térmica é gerada uniformemente à taxa de 4000 J/Kg.dia. A massa específica e a condutividade térmica da maçã são 840kg/m³ e 0.5W/mK, respectivamente.

O coeficiente de troca de calor por convecção depende da velocidade do ar, e é obtido pela relação:

$$h = C V^{(0,425)} , \text{ sendo } C=10,1 [W/m^2K (m/s)^{(0,425)}]$$

Para uma velocidade do ar de 0,1 m/s, determine

- as temperaturas no centro e na superfície da maçã.
- O que ocorre com essas temperaturas de a velocidade do ar aumenta para 1 m/s?

Considere que: a maçã pode ser modelada como uma esfera, e que cada maçã está sujeita à corrente de ar com temperatura de 5°C.

