

DISCIPLINA: TRANSFERÊNCIA DE CALOR
PROF. DR. RODRIGO LISITA RIBERA

Aluno: _____ Matrícula: _____

1ª Avaliação – Duração: 3hrs/Aula

Formulário:

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

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

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

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

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

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

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

Aluno: _____ Matrícula: _____

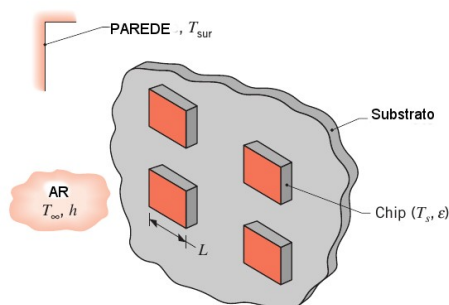
1ª Avaliação – Duração: 3hrs/Aula

1ª Questão (2 pontos). Um procedimento comum para medir a velocidade de uma corrente de ar envolve a inserção de um fio elétrico aquecido no interior da corrente (anemômetro de fio quente), com o eixo do fio orientado perpendicularmente à direção do escoamento. Assume-se que a energia elétrica dissipada no fio é transferida para o ar por convecção forçada. Logo, para uma potência elétrica determinada, a temperatura do fio depende do coeficiente de transferência de calor por convecção, que por sua vez depende da velocidade do ar. Considere um fio de 20mm de comprimento e diâmetro 0.5mm, para o qual uma calibração da forma $V = 6,25 \times 10^{-5} h^2$ foi determinada, sendo a velocidade $V [m/s]$ e o coeficiente de convecção $h [W/m^2 K]$. Numa aplicação envolvendo ar a $T_\infty = 25^\circ C$ a temperatura superficial do anemômetro é mantida a $T_s = 75^\circ C$, com uma diferença de voltagem $U = 5V$ e uma corrente elétrica $I = 0.1A$. Qual a velocidade do ar? ($P_{elétrica} = UI$)

2ª Questão (1.5 pontos). Um processador (Chip) quadrado de lados $L = 15mm$ é montado num substrato que é instalado num ambiente cujas paredes e ar são mantidos à temperatura de $25^\circ C$. O processador tem uma emissividade de 0.6, e temperatura máxima de operação de $85^\circ C$.

a) Se calor é rejeitado pelo processador por radiação e convecção natural, qual a sua máxima potência de operação, em Watts? Considere que o coeficiente de convecção depende da diferença de temperatura entre o processador e o ar, sendo representado por: $h = C(T_s - T_\infty)^{1/4}$, $C = 4.2 W/m^2 K^{5/4}$.

b) Se um ventilador é usado para manter transferência por convecção forçada, com $h = 250 W/m^2 K$, qual a potência máxima de operação?



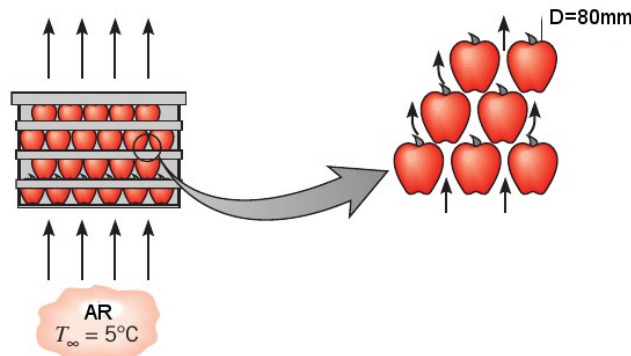
3ª Questão (1.5 pontos). A janela traseira de um veículo é desembacada pela passagem de ar quente sobre sua superfície interior. Se o ar quente está à temperatura de $40^\circ C$ e o coeficiente de troca de calor por convecção correspondente é de $h = 30 [W/m^2 K]$, quais as temperaturas interna e externa de um vidro ($k = 1.4 W/mK$) com 4mm de espessura, se a temperatura do ar exterior é de $-10^\circ C$ com coeficiente de troca de calor por convecção associado de $h = 65 [W/m^2 K]$?

4ª 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 $5^\circ C$ e velocidade de 0.5m/s. O valor correspondente da transferência de calor por convecção é de $h = 7.5 W/m^2 K$. 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 $840 kg/m^3$ e $0.5 W/mK$, respectivamente. Determine as temperaturas no centro e na superfície da maçã.

Aluno: _____ Matrícula: _____

1ª Avaliação – Duração: 3hrs/Aula

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 .



5ª Questão (1.5 pontos). Considere uma aeronave com janela de $300\text{mm} \times 300\text{mm}$. Para uma diferença de temperatura de 80°C entre o interior e o exterior, calcule a perda de calor através de uma janela de policarbonato de $L=10\text{mm}$ de espessura ($k=0.21\text{ W/mK}$). Se a aeronave tem 130 janelas, e o custo para aquecer a cabine é de $\$1/\text{KW.h}$, calcule o custo associado à perda de calor através das janelas para um voo de 8 horas de duração.

6ª Questão (1.5 pontos). A passagem de corrente elétrica através de um cabo condutor longo de raio r_i e condutividade k_c resulta em uma taxa de aquecimento volumétrico uniforme $\dot{q}$. O cabo condutor é envolto num material isolante com raio externo r_o e condutividade térmica k_i . Resfriamento por convecção ocorre devido à presença de um fluido. Considerando regime permanente, escreva as equações de calor apropriadas para o cabo e para o isolante, expressando as condições de contorno apropriadas para a solução desse problema.

