

Aluno: _____

Observações: (a) A interpretação das questões faz parte da avaliação;
 (b) Todos os cálculos devem ser demonstrados, sob pena de anulação da questão;
 (c) Calculadora com **tela gráfica** não é permitida;

QUESTÃO 1 (VALOR 3,0) O coletor fotovoltaico (PV), utilizado para geração de energia elétrica, tem geralmente o formato de placa plana e é colocado sobre o telhado plano de uma casa, conforme a figura. Estes coletores, além de possuírem baixa eficiência de conversão, tem a sua eficiência diminuída com o aumento da temperatura de operação, conforme a equação típica (Chow et al., *Solar Energy*, 2006):



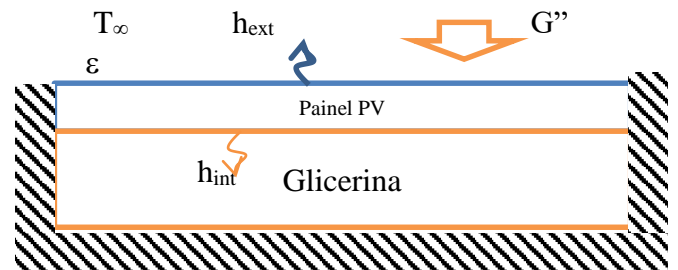
$$\eta = 0,123 - 0,464 \frac{(T_{PV} - T_{amb})}{G''}$$

Onde T_{PV} é a temperatura do painel (constante em toda a sua espessura) e T_{amb} a temperatura ambiente. Para um coletor com dimensões de 1,5m de largura e 4,5m de comprimento; radiação incidente ser $G''=500 \text{ W/m}^2$; emissividade da superfície exposta do trocador de 0,9; a temperatura do ar de 35°C , igual a temperatura efetiva do céu para trocas radiativas e coeficiente de convecção da superfície exposta igual a $h_{ext}= 15\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Determine:

a) (1,0 ponto) A temperatura de operação do coletor, considerando a parte inferior do painel isolada.

b) (1,0 ponto) Com base na equação de eficiência, a quantidade de energia convertida por esta superfície.

c) (1,0 ponto) Propõe-se a utilização logo abaixo do coletor, em uma caixa (assuma isolada nesta análise), um material que mude de fase em temperatura um pouco acima do ar ambiente e desta forma mantenha o painel operando em uma temperatura menor a condição calculada no item (a), em uma condição de melhor eficiência. Nesta análise, considere o uso de glicerina, com uma temperatura de mudança de fase igual a 40°C . Para o mesmo h_{ext} e um $h_{int}=200\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ e uma espessura de glicerina de 20mm, determine a eficiência nesta condição de operação e o tempo que a glicerina permaneceria em mudança de fase.

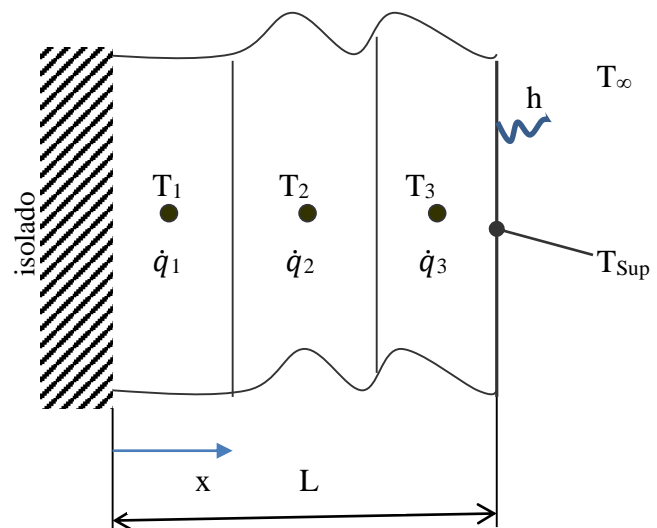


Dados glicerina: $\rho= 1260 \text{ kg/m}^3$ e $h_{sl} = 176 \text{ kJ/kg}$.

QUESTÃO 2 (VALOR 4,0) Uma parede plana, de condutividade térmica, k , é tem geração volumétrica de calor $\dot{q}(x) = A(L - x)^2 \text{ [W/m}^3\text{]}$, em condições de regime permanente. Obtenha,;

a) (1,0 pontos) A solução analítica da distribuição de temperatura a partir do balanço de energia em um volume diferencial;

b) (1,0 pontos) A expressão da temperatura T_{Sup} e da taxa transferida de calor em $x=0$ e $x=L$.



c) (2,0 pontos) A formulação matricial para o cálculo das temperaturas T_1, T_2, T_3 . Considere T_{Sup} conhecido e valores médios, $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3$, gerados em cada volume.

$$\bar{q} = \frac{1}{\Delta x} \int_{x_1}^{x_2} \dot{q}(x) dx$$

QUESTÃO 3 (VALOR 3,0) Determine o aumento percentual na transferência de calor associado à fixação de aletas de alumínio [$k_{\text{al}}=184 \text{ W/(mK)}$] de perfil retangular a uma parede plana. As aletas têm 50 mm de comprimento; 0,5 mm de espessura e são igualmente espaçadas a uma distância de 4 mm (250 aletas/metro). O coeficiente de convecção associado à parede sem aletas é $40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, enquanto que o obtido após a colocação das aletas é $30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

TABLE 3.5 Efficiency of common fin shapes

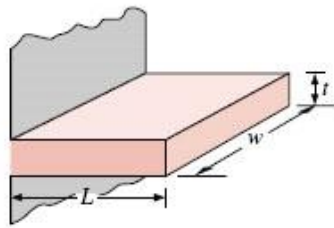
Straight Fins

Rectangular^a

$$A_f = 2wL_c$$

$$L_c = L + (t/2)$$

$$A_p = tL$$

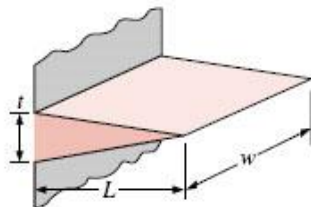


$$\eta_f = \frac{\tanh mL_c}{mL_c} \quad (3.89)$$

Triangular^a

$$A_f = 2w[L^2 + (t/2)^2]^{1/2}$$

$$A_p = (t/2)L$$



$$\eta_f = \frac{1}{mL} \frac{I_1(2mL)}{I_0(2mL)} \quad (3.93)$$

Eficiência da Aleta:

$$\eta_f = \frac{q_f}{q_{\text{máx}}} = \frac{q_f}{hA_{s,a} \theta_b}$$

Formulário: $PV=MRT$ $\delta W=PdV$ $\gamma = c_p / c_v$ $c_p - c_v = R$ $\delta Q - \delta W = dU$ $du = c_v dT$

$$q_{\text{rad}} = \varepsilon A \sigma (T_1^4 - T_2^4), \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{.K}^4) \quad q_{\text{latente}} = \dot{m}h \quad q_{\text{sensível}} = mc_p \frac{dT}{dt} \quad q_{\text{cond}} = kA \frac{(T_a - T_b)}{L}$$

$$q_{\text{conv}} = hA(T_s - T_\infty) \quad q'' = -k \frac{\partial T}{\partial n} \quad \text{Expansão de Taylor} \quad f_{x+dx} = f_x + \frac{df}{dx} dx$$

$$\text{Coef. global em paralelo: } \frac{1}{h_{\text{total}}} = \frac{1}{h_r} + \frac{1}{h_{\text{conv}}}; \quad h_r = \varepsilon \sigma (T + T_{\text{viz}})(T^2 + T_{\text{viz}}^2)$$

$$\text{Balanço de Energia: } \dot{E}_e - \dot{E}_s + \dot{E}_g = \dot{E}_{ac} = \rho V c \frac{dT}{dt}$$

Coordenadas cartesianas:

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

Coordenadas cilíndricas:

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

Coordenadas esféricas:

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