UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TMEC030 TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MASSA
Prof. Luís Mauro Moura
Exercício – Prova 2

Aluno:_______________________________________________________

***Observações:*** *Entrega até o dia da prova.*

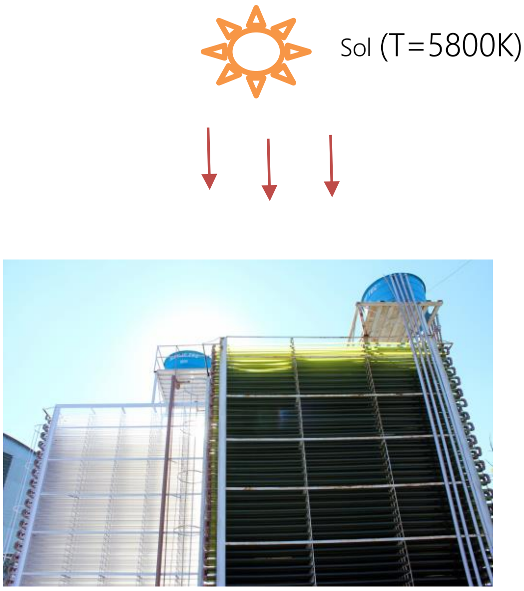
**QUESTÃO 1 (VALOR 60)** Shunt são resistência elétricas padrões que se utiliza para a medição da corrente elétrica utilização a lei de Ohm. O valor da resistência é fixo (independe da temperatura) pois são construídos com materiais especiais (manganina- liga de CuMnNi – $\rho$=8,4g/cm$^3$, k=22W/(mK) e $c_p$=0,410kJ/(kgK)) e se mede a tensão em cima do elemento. Para o shunt da figura, constituído de 3 placas de que fornece uma leitura de 100mV para uma corrente de 300A. Suas dimensões são de 50mm de comprimento, 1 mm de espessura e 25 mm de largura. Este dispositivo está sendo utilizado para medir corrente em uma condição que pode ser considerado $T_\infty$ = 20ºC e h=10W/(m$^2$K). Estime:

a) (15) Para uma condição que este elemento está dissipando uma potência produzida por uma corrente de 300A para uma leitura de tensão de 100mV, desconsiderando a influência da radiação, obtenha a temperatura de regime permanente deste elemento, desconsiderando a transferência de calor por condução para as extremidades.

b) (25) Considerando a transferência de calor para as extremidades do shunt e que são mantidas a $T_b$ = 20ºC e assumindo geometria unidimensional, resolva pelo método dos balanços o problema acima – Regime Permanente, calculando 4 temperaturas ao longo do shunt. Use simetria. Determine o fluxo de calor junto as extremidades do shunt e no centro.

c) (20) Determine o transiente térmico deste elemento explicitando a curva de temperatura em função do tempo. Analise se a hipótese da capacitância global é válida.

**QUESTÃO 2 (VALOR 40)** Atualmente está sendo estudado a viabilidade técnica e econômica do uso de microalgas para a produção de biocombustíveis. Elas se reproduzem rapidamente gerando um grande volume de biomassa e podem ainda ser utilizadas para purificar a água de efluentes. Uma das maneiras possíveis de se produzir as microalgas é utilizando fotobiorreatores como os mostrados na figura ao lado, que resumidamente são cilindros de material transparentes que permitem a luz passar onde há água com matéria orgânica que permite a proliferação das algas. Para um fotobiorreator onde a água não está circulando e que possui um diâmetro do tubo de 100mm e uma transmissividade espectral constante de 0,9 entre 0 e 4μm e nula fora desta faixa. Nesta configuração considere que 100% da energia que passou pelo tubo será absorvido pelas microalgas. Determine:




a) (5) A transmissividade média para a radiação solar;

b) (10) A temperatura de equilíbrio do biorreator se ele for considerado isotérmico e com um comprimento muito grande, sendo que a incidência solar é de 700W/m$^2$. A temperatura externa é 30ºC e o coeficiente de convecção pode ser considerado vento transversal com valor de 20W/(m$^2$K). Desconsidere a espessura do vidro e a emissão em onda longa nesta primeira aproximação.

c) (5) As microalgas irão também emitir radiação, para a temperatura calculada no item anterior, qual será a transmissividade média do tubo.

d)

(**Dados: Ar:** $\rho$= 1,1614 kg/m$^3$, $c_p$ = 1007 J/(kg.K), $\alpha$ = 22,5 . 10$^{-6}$ m$^2$/s , $\nu$ = 17,4 x 10$^{-6}$ m$^2$/s
**Ar-Água:** $D_{AB}$= 0,26x10$^{-4}$ m$^2$/s **Vapor** $\rho_{A,s}$ = 0,03362 kg/m$^3$, $h_{lv}$ = 2,426 . 10$^6$ J/kg
**Água:** $\rho$=998 kg/m$^3$, $c_p$ = 4,181 kJ/(kg K), $\mu$ = 959 · 10$^{-6}$ N s/m$^2$, k = 0,606 W(/mK), Pr = 6,62.

---

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

$q_{rad} = \varepsilon A \sigma (T_1^4 - T_2^4)$, $\sigma = 5{,}67.10^{-8}$ W/(m$^2$.K$^4$) $q_{latente} = \dot{m} h$ $q_{sensível} = mc_p \dfrac{dT}{dt}$ $q_{cond} = kA\dfrac{(T_a - T_b)}{L}$

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

Coef. global em paralelo: $\dfrac{1}{R_{total}} = \dfrac{1}{R_r} + \dfrac{1}{R_{conv}}$; $h_r = \varepsilon\sigma(T + T_{viz})(T^2 + T_{viz}^2)$

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

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:

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

Coordenadas esféricas:

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