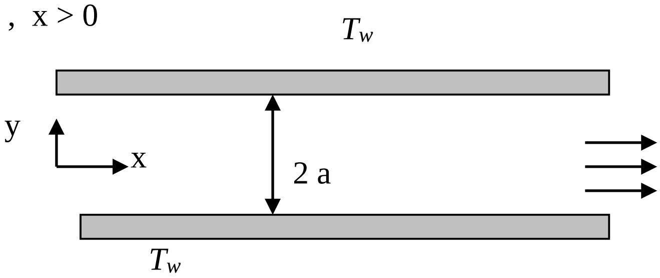
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO

MEC 2348 - Transferência de Calor II
Período 2015.2- Prof. Angela Ourivio Nieckele
Lista de Exercícios 2 - data de entrega: 5 de Outubro de 2015

1. Um fluido entra escoa entre duas placas infinitas paralelas, ambas a temperatura igual a T_w. O perfil de velocidade é uniforme e a temperatura do fluido na entrada é $T_{in.}$ A distribuição de temperatura no fluido é dada por

$$\rho\, c_p\, V \frac{\partial T}{\partial x} = k \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \qquad -a \le y \le a \quad , \quad x > 0$$



Condições de contorno:

$T(a, x) = T_w = T(-a,x)$

$T(y, 0) = T_{in}$

(a) Mostre que a forma adimensional da equação dada é $\dfrac{\partial \theta}{\partial (16 Gz^{-1})} = \dfrac{\partial^2 \theta}{\partial \eta^2}$ onde

$$\eta = \frac{y}{a} \quad ; \quad Gz^{-1} = \frac{x / D_h}{\mathbf{Re\ Pr}} \quad ; \quad \theta = \frac{T - T_w}{T_{in} - T_w} \quad ; \quad D_h = \frac{4\, A_t}{P_m} = 4\, a \quad ; \quad \mathbf{Re} = \frac{V\, D_h}{\upsilon}$$

C.C: $\theta(1\,, 16\, Gz^{-1}) = 0 = \theta(-1\,, 16\, Gz^{-1})$ e $\theta(\eta\,, 0) = 1$

(b) Mostre que a solução da equação dada para a temperatura é

$$\theta = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)} \left[\mathbf{cos}(2n+1)\, \frac{\pi}{2} \eta \right] \mathbf{exp}\left[-(2n+1)^2\, \frac{4\,\pi^2}{Gz} \right]$$

sendo a temperatura de mistura dada por $\theta_m = \dfrac{8}{\pi^2} \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2}\ \mathbf{exp}\left[-(2n+1)^2\, \frac{4\,\pi^2}{Gz} \right]$

e o fluxo de calor para o fluido na parede superior é igual a

$$\frac{q''_w\, a}{(T_w - T_{in})\, k} = 2 \sum_{n=0}^{\infty}\ \mathbf{exp}\left[-(2n+1)^2\, \frac{4\,\pi^2}{Gz} \right]$$

(c) Mostre que o número de Nusselt local é dado por

$$Nu = \frac{h\, D_h}{k} = \frac{\pi^2 \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} \mathbf{exp}\left[-(2n+1)^2\ 4\,\pi^2 / Gz \right]}{\displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} \left[1/(2n+1)^2 \right] \mathbf{exp}\left[-(2n+1)^2\ 4\,\pi^2 / Gz \right]}$$

(d)Mostre que no limite o número de Nusselt local é $Nu_{\infty} = \pi^2$

(e)Mostre que o número de Nusselt médio baseado na LMTD pode ser obtido a partir da temperatura de mistura por $\overline{Nu}_{o-Gz^{-1}} = \dfrac{\bar{h}\, D_h}{k} = -\dfrac{1}{4\, Gz^{-1}} \mathbf{ln}(\theta_m)$

2. A equação da energia, para propriedades constantes, sem fonte e dissipação viscosa, em um referencial estacionário é

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

Mostre que esta equação para um sistema de coordenadas que se move para a direita com velocidade constante *U* é

$$\frac{\partial T}{\partial t'} + (u - U) \frac{\partial T}{\partial x'} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x'^2}$$

onde

$$t' = t \qquad \text{e} \qquad x' = x - U\, t$$

3. Determine o campo de temperaturas para o escoamento de um líquido compressível ao longo de um duto circular na horizontal. Considere que o fluido perde calor par ao ambiente com coeficiente global *U*, sendo a temperatura do ambiente T_∞. A temperatura do fluido na entrada é igual a T_{in}. Como primeira aproximação, considere o escoamento uni-dimensional, sendo a queda de pressão aproximadamente constante. A massa específica pode ser estimada a partir do coeficiente de compressibilidade K, neste caso ≈ constante.

$$\mathrm{K} = -\frac{1}{\upsilon}\frac{\partial \upsilon}{\partial p} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial p} \quad \text{ou} \quad \frac{d\rho}{dp} = \mathrm{K}\rho$$

a. Quais os parâmetros que governam este escoamento
b. Trace um gráfico ilustrando a influência do coeficiente de troca de calor global para um K constante
c. Trace um gráfico ilustrando a influência do coeficiente de compressibilidade para um U constante.