MEC 2348 - Transferência de Calor II
Período 2015.2- Prof. Angela Ourivio Nieckele
Lista de Exercícios 3 - data de entrega: 19 de Outubro de 2007

1. No escoamento na camada limite sobre palcas inclinadas, o perfil de velocidades fora da camada limite é dado por $U = C\, x^m$, onde m é uma função da inclinação da placa em relação a horizontal, com a coordenada x paralela à placa e y, perpendicular à placa. Considere o caso particular da placa com temperatura constante T_o . A placa encontra-se na vertical, logo m=1.
   a. Partindo da equação de quantidade de movimento linear para a camada limite, na direção x

$$\rho\left(u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}\right)=\rho\, U\frac{\partial U}{\partial x}+\mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

   Rescreva a equação usando a função de corrente definida como

$$u=\frac{\partial \psi}{\partial y} \quad ; \quad v=-\frac{\partial \psi}{\partial x}$$

   b. Use o método da similaridade para obter a equação de quantidade de movimento linear diferencial para a variável de similaridade $f(\eta)$, sendo que

$$\eta=\left(\frac{C}{\upsilon}\right)^{1/2} y \quad ; \quad \psi=(C\,\upsilon)^{1/2}\; x\; f(\eta) \quad ; \quad \upsilon=\frac{\mu}{\rho}$$

   c. Escreva as condições de contorno necessárias para a solução da equação obtida no item anterior
   d. Usando as mesmas variáveis de similaridade, e a temperatura adimensional θ, mostre que a equação resultante é

$$\theta''+\mathbf{Pr}\; f\;\theta'=0 \qquad \text{onde} \quad \theta=\frac{T-T_o}{T_\infty-T_o} \quad ; \quad \mathbf{Pr}=\frac{\upsilon}{\alpha} \quad ; \quad \alpha=\frac{k}{\rho\, c_p}$$

   Escreva as condições de contorno necessárias para a solução desta equação.
   e. Obtenha o número de Nusselt Nu_x em função do número de Reynolds, Re_x e de θ (e/ou suas derivadas)

$$Nu_x=\frac{h\,x}{k} \quad ; \quad q''_w=h\,(T_\infty-T_o) \quad ; \quad \mathbf{Re}_x=\frac{\rho\, U\, x}{\mu}$$

2. Considere a transferência de calor em uma camada limite, sem transpiração e sem gradiente de pressão, com um número de Prandtl extremamente pequeno. Porque este problema é mais simples que um problema de camada limite com número de Prandtl moderado ou alto? Qual solução fechada disponível seria uma boa aproximação? Trace o perfil de temperatura θ em função de η para Pr = 0,1; 0,01; 0,001, onde

$$\theta = \frac{T - T_S}{T_\infty - T_S} \qquad \eta = \frac{y}{\sqrt{\dfrac{\mu x}{\rho U_\infty}}}$$

3. Mostre que o número de Nusselt e Stanton ao longo de uma cunha, como temperatura constante, para baixos valores de Prandtl é

$$Nu_x = 0{,}564 \quad \sqrt{(m+1)}\ \mathbf{Pr}^{1/2}\ \mathbf{Re}_x^{1/2}$$

$$St = 0{,}564 \quad \sqrt{(m+1)}\ \mathbf{Pr}^{-1/2}\ \mathbf{Re}_x^{-1/2}$$

Obs: Como a espessura da camada limite hidrodinâmica é muito menor que a camada limite térmica, considere *f'* = 1.

4. Obtenha uma expressão para o número de Nusselt ao longo de uma placa plana, submetida a um fluxo de calor constante (q_w), utilizando o método integral. Resolva o caso em que Pr << 1 e assuma perfil parabólico de temperatura na camada limite.