MEC 2335 -- Dinâmica dos Fluidos Computacional
Lista de Exercícios no. 2-- Período: 2017.1 – dia de entrega: 10 de Abril
Prof. Angela O. Nieckele

1. Considere uma aleta com área na seção transversal uniforme, $A=w\,b$, onde w é a altura da aleta e b sua profundidade. O perímetro é $P=2(w+b)$. A aleta é fixada em uma parede cuja temperatura é T_b e perde de calor para o meio ambiente que está a T_∞ com coeficiente de transferência de calor h. O comprimento da aleta é L. Considere que a extremidade encontra-se isolada. A condutividade térmica k varia com a temperatura, logo, varia com x. A equação de conservação para a aleta é:

$$\frac{d}{dx}\left(k\,\frac{dT}{dx}\right)+\frac{hP}{A}\left(T_\infty - T\right)=0$$

Considere malha com espaçamento uniforme, tal que $\Delta x = \delta x_e = \delta x_w$. A temperatura só é conhecida no ponto nodal principal **P**, assim como a condutividade térmica

a. Determine os coeficientes da equação de discretização, referentes à equação acima, utilizando o método de volumes finitos.

b. Para utilizar o método de diferenças finitas é necessário reescrever a equação da aleta como:

$$k\,\frac{d^2T}{dx^2}+\frac{dT}{dx}\,\frac{dk}{dx}+\frac{hP}{A}\left(T_\infty - T\right)=0$$

Utilize expansão em série de Taylor para avaliar dT/dx e d^2T/dx^2. Determine os coeficientes da equação de discretização para este caso, em função de k e dk/dx.

c. Verifique se os coeficientes referentes aos dois tipos de discretização respeitam as quatro regras básicas. Indique se existem limitações com relação a definição de parâmetros de execução e quais são essas limitações

2) Considere a equação de quantidade de movimento linear uni-dimensional

$$\frac{\partial(\rho U)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho\, U\, U)}{\partial x} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho g_x - \frac{1}{2}\frac{f\ S}{A}\rho\left|U\right|U$$

onde U é o componente de velocidade, p é a pressão, g_x é o componente da aceleração da gravidade, S e A correspondem ao perímetro e área da seção transversal, f é o fator de atrito

Linearize o termo de fonte do componente na direção x de acordo com

$$S = S_c + S_p\, U$$

Dica: $\left|U\right| = \sqrt{U^2}$

3) Considere a aleta do exercício 1. Considere a condutividade térmica constante. Adimensionalise a equação com

$$\theta = \frac{T - T_\infty}{T_b - T_\infty} \quad ; \quad X = \frac{x}{L}$$

Mostre que o problema em sua forma adimensional só depende do parâmetro $\beta^2 = hPL^2/(kA)$.

Defina β^2 como sendo igual a 4.

Considere malha com espaçamento uniforme, tal que $\Delta x = \delta x_e = \delta x_w$.

a) Resolva numericamente a equação de conservação utilizando o método de volumes finitos. Implemente a equação na forma dimensional. Utilize o algoritmo de Thomas para obter a distribuição de temperaturas.

b) Verifique se o seu programa foi implementado corretamente, variando os parâmetros dimensionais e obtendo a mesma solução adimensional.

c) Trace um gráfico com o perfil de temperatura adimensional ao longo da aleta.

d) Compare os valores obtidos para a distribuição de temperaturas adimensional e perda de calor adimensional na base da aleta com os resultados da solução exata para o problema. Avalie o erro, utilizando 3 malhas: 10, 20 e 40 volumes de controle.

e) Verifique sempre se o balanço global foi satisfeito.