UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Curso de Engenharia Mecânica

16 ALUNOS → MÉDIA ≈ 29

TM-257 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL – 2010/2

Exame final (16 Dez 10; sem consulta; 9:30 às 11:10 h; capítulos 1 a 11)

DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS:

a) Não use celular, calculadora ou qualquer outro aparelho eletrônico durante a prova.
b) **A interpretação das questões faz parte da prova**. Portanto, não pergunte nada ao professor durante a prova.
c) Coloque em sua prova as definições, equações, deduções, cálculos e explicações ou hipóteses assumidas para resolver cada questão. Não deixe nada para o professor interpretar ou adivinhar.

QUESTÕES (Esta prova vale 100 pontos. A pontuação de cada questão está indicada entre colchetes):

$E_m(\Phi) = R - \Phi$ onde Φ = sol. analítica; (ϕ) R = valor verd. do fen. real

1) [10 pontos] Explicar o que é **erro de modelagem** de uma solução numérica e como ele pode ser estimado. (simplificações feitas para conceber o modelo matemático e incerteza dos dados)
→ $U_m(\phi) = X - \phi$ onde X = resultado experimental ou $U_m(\Phi) = X - \Phi$

2) [10 pontos] Explicar o que é **erro numérico** de uma solução numérica e como ele pode ser estimado.
$E_n(\phi) = \Phi - \phi$; considerando o erro de discretização como sua principal fonte, U_{GCI} ou U_{Ri}
ou $E_n = f(E_h, E_i, E_\pi, E_p)$

3) [15 pontos] Obter os **coeficientes e termo fonte de um volume de controle fictício** para aplicar a condição de contorno de não-escorregamento do escoamento sobre um ponto da superfície de uma avião onde a velocidade é V.

4) [15 pontos] **Calcular numericamente a taxa de transferência de calor de uma aleta** de geometria qualquer cuja condutividade térmica é função da temperatura, considerando-se que o campo de temperaturas já tenha sido resolvido.

5) [30 pontos] Deduzir as expressões dos **coeficientes e termo fonte, para um volume real** da malha, do seguinte modelo matemático:

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

$a_w = k_w/\Delta x_w \qquad a_e = k_e/\Delta x_e$

$a_P = a_w + a_e + \frac{c_P \Delta x_P}{\Delta t}\rho_P \qquad b_P = \dot{q}_P \Delta x_P + \frac{c_P \Delta x_P}{\Delta t}\rho_P^0 T_P^0$

considerando-se que c, ρ e k são propriedades do meio e função de T, $\dot{q}$ é um termo fonte conhecido e função de x, T é a incógnita e a malha é não-uniforme. t é tempo (falei durante a prova)

• espaço correto = 10 • tempo correto = 10 com esquema

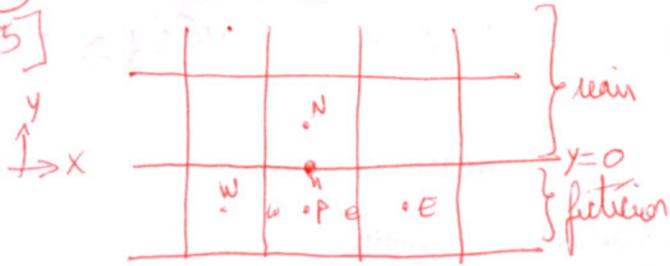
6) [20 pontos] Apresentar um **algoritmo** para resolver o problema da questão 5, no estilo daqueles vistos em aula, considerando-se que o sistema de equações é resolvido pelo método TDMA.

1) Ler dados
2) Gerar malha
3) $t = 0$, $T_P(x_P, t) = T_i(x_P)$
4) $t = t + \Delta t$
5) $T_P = T_P^0$
6) Calcular k_P, $\dot{q}_P$, c_P, ρ_P, k_e
7) Calcular coeficientes e fontes
8) Resolver T_P com TDMA
9) Voltar ao item 6 até atingir I
10) $T_P^0 = T_P$, $\rho_P^0 = \rho_P$
11) Voltar ao item 4 até atingir t_F

• sem ciclo t = −10 pts
• " " k = −10 "
• cada item faltante = −1 pt.

③ Considerando 2D e contorno sul:

[15]



C.C.: velocidade u em $y=0$ é V

$$\frac{u_P + u_N}{2} = u_n = V$$

$$u_P = 2V - u_N$$

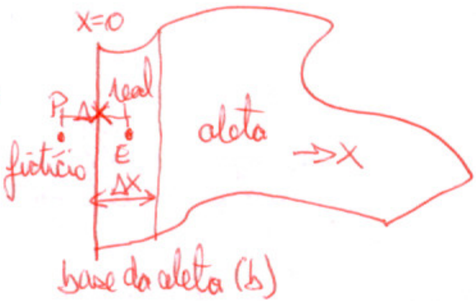
$$a_P u_P = a_w u_W + a_e u_E + a_s u_S + a_n u_N + b_P$$

Então: $a_w = a_e = a_s = 0,\ a_N = -1,\ a_P = 1,\ b_P = 2V$

Pode ser 1D

④ [15]

Considerando 1D p



$$q = -\left(k A \frac{dT}{dX}\right)_b \approx -k(T_b) A_b \frac{(T_E - T_P)}{\Delta X}$$

P pode ser o 1º real também, mas $\left(\frac{dT}{dx}\right)_b \approx \frac{T_P - T_W}{\Delta X}$