UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Curso de Engenharia Mecânica

18 ALUNOS → MÉDIA ≃ 41

TM-257 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL – 2015/1

Prova (27 Mai 2015; sem consulta; 13:30 às 15:10 h; aulas 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**.
d) Essa folha da prova pode ser utilizada como rascunho e levada com você ao concluir a prova.
e) **Quando concluir a prova, avise ao professor e deixe a folha com suas respostas na mesa que utilizou.**
f) A nomenclatura usada nas questões abaixo segue a adotada na apostila da disciplina, a menos que se mencione o contrário.
g) **Defina todas as variáveis usadas em cada questão, exceto se estiverem definidas no enunciado da questão**.

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

1) [20 pontos] Quais são os **tipos de métodos** que podem ser usados para resolver um problema de **engenharia**? Qual deles é o foco da disciplina TM-257 CFD?

2) [15 pontos] Com base em um campo de temperaturas (T) conhecido, resultante da solução numérica de um problema de condução de calor no qual a condutividade térmica é função de T, há geração de calor que é função de r e as condições de contorno são do tipo Dirichlet, **deduzir uma expressão para obter a solução numérica da temperatura média** ($\overline{T}$), definida por

$$\overline{T} = \frac{1}{(V^2 - v^2)} \int_v^V T r dr$$

onde $v < r < V$, e r é a direção coordenada radial. Considerar que a malha é do tipo uniforme. Utilizar a regra do retângulo para aproximar a integral. Apresentar uma figura mostrando os nós e faces dos volumes envolvidos, bem como seus respectivos símbolos e parâmetros geométricos; **sem figura, não será concedido nenhum ponto a esta questão**.

(sem volume fictício)

3) [25 pontos] Utilizando o método que incorpora a condição de contorno na integração da equação diferencial, obter os **coeficientes e termo fonte de um volume de controle real** cuja face leste é o contorno do domínio de cálculo e no qual a condição de contorno é do tipo Dirichlet, dada por $T(1) = T_B$. A equação diferencial é

$$Pe \frac{dT}{dx} = \frac{d^2T}{dx^2}$$

Considerar que a malha é do tipo uniforme e Pe é uma constante positiva. Usar o esquema CDS-2 nos termos difusivo e advectivo. Apresentar as expressões de tal forma que o coeficiente a_P seja positivo e fique no primeiro membro da equação, separado dos demais coeficientes e termo fonte. Apresentar a equação genérica do sistema, indicando o símbolo de cada coeficiente e sua incógnita bem como o símbolo do termo fonte. Apresentar uma figura mostrando os nós e faces dos volumes envolvidos, bem como seus respectivos símbolos e parâmetros geométricos; indicar a posição do contorno; **sem figura, não será concedido nenhum ponto a esta questão**.

4) [25 pontos] Deduzir as expressões dos **coeficientes e termo fonte, para um volume real** da malha, do seguinte modelo matemático: $$\frac{d^2T}{dx^2} + K = T^2 C,$$ onde K e C são constantes. Considerar a malha do tipo uniforme. Usar o esquema CDS-2 no termo difusivo e a regra do retângulo nos demais termos. Apresentar as expressões de tal forma que o coeficiente a_P seja positivo e fique no primeiro membro da equação, separado dos demais coeficientes e termo fonte. Apresentar a equação genérica do sistema, indicando o nome de cada coeficiente e sua incógnita bem como o nome do termo fonte. Apresentar uma figura mostrando os nós e faces dos volumes envolvidos, bem como seus respectivos símbolos e parâmetros geométricos; **sem figura, não será concedido nenhum ponto a esta questão**.

5) [15 pontos] Apresentar um **algoritmo** adequado para resolver o problema da questão 4, considerando-se que o sistema de equações é resolvido com o método TDMA.

FAIXA	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100	0 a 100
Nº al.	2	2	2	3	4	1	1	1	0	2	0	18
Σ	6	20	50	104	[illegible]	56	60	70	0	188	0	743

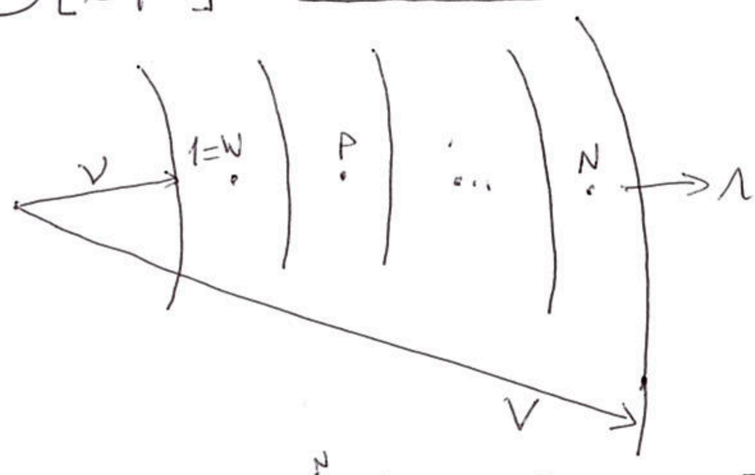
PROVA 27 MAI 15 1 5 JUN 15

1ª [20 pts]

10 • ANALÍTICOS, EXPERIMENTAIS E NUMÉRICOS.

10 • NUMÉRICOS

2ª [15 pts]



$$\bar{T} = \frac{1}{(V^2-\nu^2)} \int_\nu^V T r \, dr$$

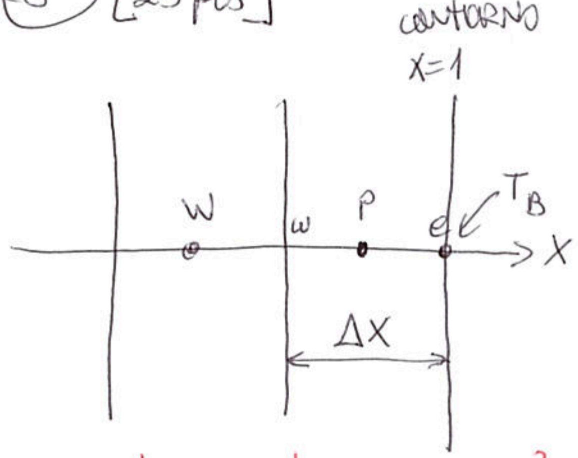
N = nº de volumes reais

$\Delta r =$ cte

$$\bar{T} = \frac{1}{(V^2-\nu^2)} \sum_{P=1}^{N} (T_P r_P \Delta r) \quad \text{ou} \quad \bar{T} = \frac{\Delta r}{\underbrace{(V^2-\nu^2)}_{3}} \underbrace{\sum_{P=1}^{N}}_{4} (\underbrace{T_P}_{3} \underbrace{r_P}_{3})^{2}$$

PROVA 27 MAI 15 2 15JUN15

3ª [25 pts]



$$\int_{x_w}^{x_e} P_e \frac{dT}{dX}\, dX = \int_{x_w}^{x_e} \frac{d^2T}{dX^2}\, dX$$

5 $$P_e (T_e - T_w) = \left(\frac{dT}{dX}\right)_e - \left(\frac{dT}{dX}\right)_w$$

$$\quad 1 \qquad 1 \qquad\qquad 2 \qquad\qquad 1$$

5 $$P_e \left[T_B - \frac{(T_P + T_W)}{2}\right] = \frac{(T_B - T_P)}{\Delta X/2} - \frac{(T_P - T_W)}{\Delta X}$$

$$P_e T_B - \frac{P_e}{2} T_P - \frac{P_e}{2} T_W = \frac{2T_B}{\Delta X} - \frac{2T_P}{\Delta X} - \frac{T_P}{\Delta X} + \frac{T_W}{\Delta X}$$

$$\left(\frac{3}{\Delta X} - \frac{P_e}{2}\right) T_P = \left(\frac{1}{\Delta X} + \frac{P_e}{2}\right) T_W + \left(\frac{2}{\Delta X} - P_e\right) T_B$$

ou

$$a_P T_P = a_W T_W + a_E T_E + b_P \quad 3$$

onde

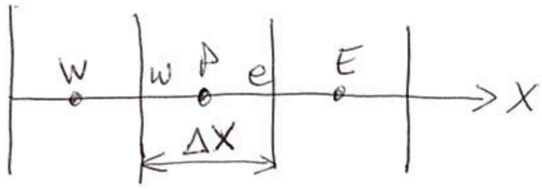
3 $$a_W = \frac{1}{\Delta X} + \frac{P_e}{2}$$
$$1 \qquad 2$$

3 $$a_e = 0$$

3 $$a_P = \frac{3}{\Delta X} - \frac{P_e}{2}$$
$$1 \qquad 2$$

3 $$b_P = \left(\frac{2}{\Delta X} - P_e\right) T_B$$
$$1 \qquad 2$$

4ª [25 pts]



$$\int_{x_w}^{x_e}\left(\frac{d^2T}{dx^2}+k\right)dx = \int_{x_w}^{x_e} T^2 C\,dx$$

(5) $\left(\frac{dT}{dx}\right)_e - \left(\frac{dT}{dx}\right)_w + K\Delta X = T_P^2 C\,\Delta X$

1 1 1 2

· ΔX variável = −5

· sem direção X = −5

(5) $\boxed{\frac{(T_E - T_P)}{\Delta X} - \frac{(T_P - T_W)}{\Delta X}} + K\Delta X = T_P^2 C\Delta X$

(3) $a_P T_P = a_W T_W + a_e T_E + b_P$

$a_W = \frac{1}{\Delta X}$ (3) $\quad a_e = \frac{1}{\Delta X}$ (3) $\quad a_P = \frac{2}{\Delta X} + T_P C\Delta X$ (3) 1 2 $\quad b_P = K\Delta X$ (3)

5ª [15 pts]

1. Ler os dados
2. Gerar a malha (ΔX)
3. Estimar a solução do T_P
4. calcular os coeficientes e fontes
5. Resolver T_P com TDMA
6. Voltar ao item 4 até convergir
7. Pós-processamento

· 2 pts cada passo

· sem ciclo = −8

· ciclo errado = −5