



TM-114 Transferência de calor e massa
3ª Aula de Simulação

$$\text{CASO 1: } \frac{d^2T}{dx^2} + \frac{\dot{q}}{k} = 0$$

Condução de calor 1D em regime permanente em parede plana com geração de calor

Definição da geometria:

- Meio, Geometria, Cartesiana, Próximo
- Dimensões: largura = 1.0; altura = 1.0
- Volumes nas direções: I = 10; J = 10
- Finalizar

Definição das propriedades do meio:

- Meio, Propriedades Físicas, >>
- Duplo clique sobre a “fibra de vidro”
- “Taxa de geração de calor” (W/m3) = 5E+1
- Aplicar em tudo, Fechar.

Definição das condições de contorno:

- Condições, Contorno
- Leste, Adicionar
- Tipo “Temperatura”, T Personalizar,
- Tipo constante, k = 100, OK, OK
- Oeste, Adicionar
- Tipo “Temperatura”, T Personalizar,
- Tipo constante, k = 0, OK, OK, Fechar

Definição das condições iniciais:

- Condições, Iniciais
- Temperatura inicial = 50, OK

Definição dos parâmetros da simulação:

- Simulação, Parâmetros
- Tempo: Avanço no tempo(s) = 1000
- Tempo: Número de Avanços no Tempo = 10000
- Tempo: Tolerância = 1E-10
- Solver: Número de iterações = 10000
- Solver: Tolerância = 1E-5
- OK

Execução da simulação:

- Simulação, Iniciar, Iniciar
- Aguardar o fim dos cálculos
- Note que devem ter sido feitos 1583 avanços no tempo
- Fechar

Visualização de isorregiões:

- Automático após a simulação, ou
- Visualizar, Temperatura
- Para ver a escala: clique no ícone “i”, “campos”

Visualização de isotermas:

- Visualizar, Isotermas

Visualização de vetores de fluxo de calor:

- Visualizar, Vetores de Fluxo de calor
- Clique no botão “Auto ajuste”
- Altere o tamanho dos vetores na escala ao lado, se quiser

Visualização de gráficos:

- Visualizar, Gráficos Dinâmicos
- Os gráficos serão de vetores de fluxo ou de temperatura dependendo da opção que estiver acionada em Visualizar

Visualização dos resultados numéricos:

- Simulação, Resultados
- Temperatura no centro de cada volume de controle
- Taxa de transferência de calor (watts) em cada face dos volumes de controle, no sentido oeste-leste (ou esquerda-direita) e no sentido sul-norte (ou inferior-superior)

- Também é apresentada a soma da taxa de transferência de calor (watt) em cada linha vertical e horizontal

Observação: na listagem dos resultados numéricos o parâmetro “fluxo” refere-se à taxa de transferência de calor (watts)

Questões para analisar:

1. Qual a temperatura máxima numérica alcançada na placa? E a temperatura analítica? O resultado numérico é acurado?
2. Realize um balanço de energia sobre a placa. Os resultados desse balanço respeitam o princípio de conservação da energia?
3. Compare o perfil de temperaturas e os vetores de fluxo de calor com aqueles obtidos para a parede plana sem geração de calor (Caso 1, Simulação 1). Quais são as principais diferenças? Por que isso ocorre?

CASO 2:

Em relação ao Caso 1, altere o seguinte, mas confirme todos os dados novamente:

Definição das propriedades do meio:

- Meio, Propriedades Físicas, >>
- Duplo clique sobre o “cobre”
- “Taxa de geração de calor” (W/m3) = 5E+1
- Aplicar em tudo, Fechar.

A simulação deverá ser concluída em 227 avanços de tempo.

Questões para analisar:

4. Compare os resultados numéricos para a temperatura máxima na placa e o fluxo de calor com aqueles obtidos analiticamente para o mesmo problema. Os resultados numéricos são acurados?
5. No caso da parede plana sem geração de calor (Simulação 1), os perfis de temperaturas para os Casos 1 e 2 (fibra de vidro e cobre, respectivamente) eram idênticos. Isso continua válido? Por que isso ocorre, uma vez que a taxa de geração volumétrica de calor é a mesma?

$$\text{Caso 3: } \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) = 0$$

Condução de calor 1D em regime permanente, com propriedades constantes, em parede cilíndrica sem geração de calor

Em relação ao Caso 2, altere o seguinte, mas confirme todos os dados novamente:

Definição da geometria:

- Meio, Geometria, Polar, Próximo
- Dimensões: Ri = 1.0; Re = 2.0; $\theta = 30$
- Volumes nas direções: I = 10; J = 10
- Finalizar

Definição das propriedades do meio:

- Meio, Propriedades Físicas, >>
- Duplo clique sobre o “cobre”
- “Taxa de geração de calor” (W/m3) = 0
- Aplicar em tudo, Fechar.

A simulação deverá ser concluída em 325 avanços de tempo.

Questões para analisar:

6. Como são as isotermas/isorregiões? E os vetores de fluxo? Quais são as diferenças principais em relação à condução de calor em placa plana?
7. Compare os resultados numéricos obtidos com os resultados analíticos para o mesmo problema. Os resultados numéricos são acurados?
8. Faça um balanço de energia sobre a geometria. O princípio da conservação de energia é respeitado?

Caso 4:

Em relação ao Caso 3, altere o seguinte, mas confirme todos os dados novamente:

Definição das propriedades do meio:

- Meio, Propriedades Físicas, >>
- Duplo clique sobre o “aço carbono”
- “Taxa de geração de calor” (W/m3) = 0
- Aplicar em tudo, Fechar.

A simulação deverá ser concluída em 416 avanços de tempo.

Questões para analisar:

9. Como são as isotermas/isorregiões? E os vetores de fluxo? Há diferenças entre as isotermas/isorregiões em relação ao Caso 3? E no caso dos vetores de fluxo?

Caso 5:

Em relação ao Caso 4, altere o seguinte, mas confirme todos os dados novamente:

Definição das condições de contorno:

- Condições, Contorno
- Oeste, Adicionar
- Tipo “Convecção”, h Personalizar, Tipo constante, k = 1000, OK,
- T_{∞} , Personalizar, Tipo constante, k = 0, OK, OK, Fechar

A simulação deverá ser concluída em 476 avanços de tempo.

Questões para analisar:

10. Como são as isotermas/isorregiões? E os vetores de fluxo?
11. Realizando-se um balanço de energia sobre a geometria, o princípio de conservação da energia é respeitado?

Caso 6:

Em relação ao Caso 5, altere o seguinte, mas confirme todos os dados novamente:

Definição das propriedades do meio:

- Meio, Propriedades Físicas, >>
- Duplo clique sobre o “cobre”
- Aplicar em tudo, Fechar.

A simulação deverá ser concluída em 590 avanços de tempo.

Questões para analisar:

12. Os perfis de temperatura dos Casos 3 e 4 foram idênticos, apesar de serem empregados materiais diferentes. E no caso relação aos Casos 5 e 6, houve mudanças? Por que isso ocorreu?