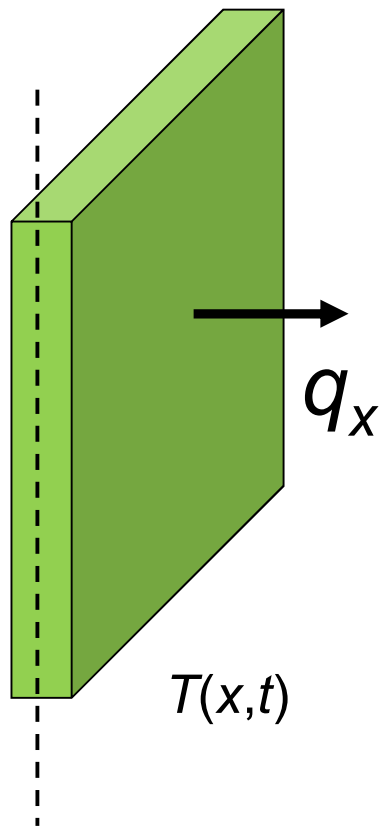


AULA 13



Exercício 4.4

4) Para um estudo de transferência de calor em estado transiente, três placas feitas de materiais diferentes (cobre, **quartzo e madeira**) são mergulhadas em um banho de água fria e suas temperaturas são monitoradas ao longo do tempo. Com base na teoria de transferência de calor, modele e resolva este problema. As placas têm espessura de 10 cm e foram mantidas previamente em uma estufa a 90 °C. O banho de água é mantido a 20 °C e estima-se um coeficiente de convecção de 100 W/K.m² na superfície das placas. Pede-se:

- Temperatura no plano central após uma hora de imersão.
- Tempo necessário para a temperatura da superfície atingir 40 °C.
- Tempo para que 95% da energia térmica possível tenha sido transferida.

Quartzo, $Bi = Bi_L = 0,65$

a) Temperatura no plano central após uma hora de imersão.

$$1 \text{ h} \rightarrow Fo_L = 5,34$$

$Fo_L > 0,2$, usar somente 1 termo da expressão de θ^*

Interpolando Tabela 2 para $Bi_L = 0,65$ fornece $\lambda_1 = 0,7279$ rad

Para o centro $x^* = 0,0$

$$\theta^*(x^*, Fo_L) = C_1 \exp(-\lambda_1^2 \cdot Fo_L) \cos(\lambda_1 x^*) = 0,0642 \quad \mathbf{T = 24,5 \text{ }^\circ\text{C}}$$

b) Tempo necessário para a temperatura da superfície atingir 40 °C.

Hipótese: $Fo_L > 0,2$

Para a superfície $x^* = 1,0$

$$\theta^*(x^*, Fo_L) = 0,286 \quad Fo_L = 1,97 \quad \mathbf{t = 22 \text{ min}}$$

c) Tempo para que 95% da energia térmica possível tenha sido transferida.

Hipótese: $Fo_L > 0,2$

$$Q^* = 1 - \frac{\text{sen}(\lambda_1)}{\lambda_1} \theta_0^* = 0,95 \quad \theta_0^* = 0,0547 \quad Fo_L = 5,64 \quad \mathbf{t = 63 \text{ min}}$$