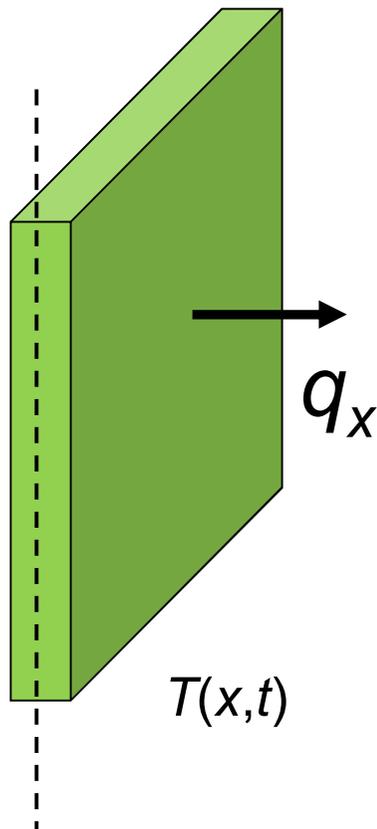


# AULA 13



## 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.m<sup>2</sup> 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.

**Madeira,  $Bi = Bi_L = 29,4$**

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

$$1 \text{ h} \rightarrow Fo_L = 0,188$$

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

Interpolando Tabela 2 para  $Bi_L = 29,4$  fornece  $\lambda_1 = 1,5188 \text{ rad}$  e  $\lambda_2 = 4,5573 \text{ rad}$

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

$$\theta^*(x^*, Fo_L) = C_1 \exp(-\lambda_1^2 \cdot Fo_L) \cos(\lambda_1 x^*) = 0,8235$$

**$T = 78 \text{ }^\circ\text{C}$  (usando  $\lambda_1$ )**

**$T = 77 \text{ }^\circ\text{C}$  (usando  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$ )**

b) Tempo necessário para a temperatura da superfície atingir  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Hipótese:  $Fo_L > 0,2$

Para a superfície  $x^* = 1,0$

$$\theta^*(x^*, Fo_L) = 0,286 \quad Fo_L \times -0,63$$

Usando

Figura 3  $\rightarrow$

**$Fo_L < 0,01$**

**$\therefore t < 3 \text{ min}$**

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

Hipótese:  $Fo_L > 0,2$

$$Q^* = 1 - \frac{\text{sen}(\lambda_1)}{\lambda_1} \theta_0^* = 0,95 \quad \theta_0^* = 0,076 \quad Fo_L = 1,22 \quad t = 6,4 \text{ h}$$