



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Conceitos Gerais Sobre Energia e Transferência de Calor: Exercícios 2

Fenômenos de Transporte

Arthur Cadore Matuella Barcella

26 de Março de 2025

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

Sumário

- 1. Introdução: 3
- 2. Questões: 3
 - 2.1. Questão 1: 3
 - 2.2. Questão 2: 3
 - 2.3. Questão 3: 4
- 3. Referencias: 5

1. Introdução:

O objetivo deste documento é estudar na apostila a introdução e até o item 1.2 até 1.2.2 (pp. 10 a 16) e em seguida assistir o vídeo explicativo, com base nisto, resolva os exercícios apresentados abaixo.

2. Questões:

2.1. Questão 1:

Uma taxa de transferência de calor de 3 kW atravessa uma seção de um material de isolamento, com uma área transversal de 10 m^2 e espessura de 2,5 cm. Se a superfície mais quente está a uma temperatura de 415°C e a condutividade térmica do material isolante é de $0,2 \text{ W/(m.K)}$, qual é a temperatura da superfície mais fria?

Para determinar a temperatura da superfície mais fria, utilizamos a equação da taxa de transferência de calor por condução:

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{L} \right) \quad (1)$$

Considerando que:

- $Q = 3 \text{ kW} = 3000 \text{ W}$
- $A = 10 \text{ m}^2$
- $L = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$
- $k = 0,2 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$
- $T_q = 415^\circ\text{C}$
- $T_f = ?$

Alterando a equação para encontrar a temperatura da superfície mais fria, temos:

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{L} \right) \rightarrow LQ = -kA(\Delta T) \rightarrow \frac{LQ}{-kA} = \Delta T \quad (2)$$

Substituindo os valores, temos:

$$\Delta T = \frac{0,025 \cdot 3000}{-0,2 \cdot 10} \rightarrow \Delta T = \frac{75}{2} \rightarrow \Delta T = 37,5^\circ\text{C} \quad (3)$$

Tendo o valor de Delta T, podemos encontrar a temperatura da superfície mais fria:

$$\Delta T = T_q - T_f \rightarrow 37,5 = 415 - T_f \rightarrow T_f = 415 - 37,5 \rightarrow T_f = 377,5^\circ\text{C} \quad (4)$$

Desta forma, a temperatura da superfície mais fria é de $377,5^\circ\text{C}$.

2.2. Questão 2:

As temperaturas interna e externa em um vidro de janela, de 5 mm de espessura, são 24°C e 38°C respectivamente. Qual a taxa de transferência de calor através de uma janela com 1 m de altura por 3 m de largura? A condutividade térmica do vidro é de $1,4 \text{ W/m.K}$

Para determinar a taxa de transferência de calor através da janela, utilizamos a equação da taxa de transferência de calor por condução:

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{L} \right) \quad (5)$$

Considerando que:

- $k = 1,4 \frac{W}{m.K}$
- $L = 5 \text{ mm} = 0,005m$
- $T_i = 24^\circ C$
- $T_e = 38^\circ C$
- $A = (1m).(3m) = 3m^2$
- $\Delta T = T_e - T_i = 38 - 24 = 14^\circ C$
- $Q = ?$

Com os valores, podemos substituir na equação para encontrar a taxa de transferência de calor:

$$Q = -kA \left(\frac{\Delta T}{L} \right) \rightarrow Q = (1,4).3. \left(\frac{14}{0,005} \right) \rightarrow Q = \frac{58,8}{0,005} \rightarrow Q = 11760W \quad (6)$$

Desta forma, a taxa de transferência de calor através da janela é de 11,760 kW.

2.3. Questão 3:

Uma câmara frigorífica possui 8m de comprimento por 4m de largura e 3m de altura. O fundo da câmara é apoiado sobre o solo e pode ser assumido como perfeitamente isolado.

Qual é a espessura mínima de espuma de uretano ($k = 0,026 \text{ W/m.K}$) que deve ser aplicada às superfícies do topo e dos lados do compartimento para garantir um ganho de calor menor que 500 W, quando as temperaturas interna e externa são respectivamente $-10^\circ C$ e $35^\circ C$?

Para determinar a espessura mínima de espuma de uretano, utilizamos a equação da taxa de transferência de calor por condução:

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{L} \right) \quad (7)$$

Considerando que:

- $T_i = -10^\circ C$
- $T_e = 35^\circ C$
- $\Delta T = T_e - T_i = 35 - (-10) = 45^\circ C$
- $Q = 500W$ (considerando pior caso)
- $k = 0,026 \frac{W}{m.K}$

Inicialmente, devemos calcular a área total da câmara frigorífica, que é a soma das áreas do topo e dos lados:

- Área do topo: $8m \cdot 4m = 32m^2$
- Área dos lados: $2 \cdot (8m \cdot 3m) + 2 \cdot (4m \cdot 3m) = 48m^2 + 24m^2 = 72m^2$
- Área total: $32m^2 + 72m^2 = 104m^2$

Com a área total, podemos isolar a incognita de espessura mínima de espuma de uretano:

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{L} \right) \rightarrow LQ = -kA(\Delta T) \rightarrow L = \frac{-kA\Delta T}{Q} \quad (8)$$

Aplicando os valores, temos:

$$L = \frac{-0,026 \cdot 104,45}{500} \rightarrow L = \frac{-121,68}{500} \rightarrow L = 0,24336m \rightarrow L = 24,336 \text{ cm} \quad (9)$$

Desta forma, a espessura mínima de espuma de uretano que deve ser aplicada às superfícies do compartimento é de no mínimo 24,336 cm.

3. Referencias:

- Fundamentos de Fenômenos de Transporte de Celso P. Livi, capítulo 8, pp 165-168