



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Conceitos Gerais Sobre Energia e Transferência de Calor: Exercícios 7

Fenômenos de Transporte

Arthur Cadore Matuella Barcella

05 de Maio de 2025

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

Sumário

1. Introdução:	3
2. Questões:	3
2.1. Questão 1:	3
2.1.1. a):	3
2.1.2. b):	4
2.2. Questão 2:	4
2.3. Questão 3:	5
3. Referências:	5

1. Introdução:

O objetivo deste documento é estudar na apostila a introdução e até o item 1.4 (1.4.4-1.4.6) (pp. 27 a 30) e em seguida responder as questões apresentadas abaixo.

2. Questões:

2.1. Questão 1:

Um tubo horizontal de 125 mm de diâmetro passa através de uma sala onde as paredes se encontram a uma temperatura de 37°C, e o ar tem uma temperatura de 25°C. A temperatura da superfície externa do tubo, que é de ferro fundido, é medida e está a 125°C. Considere o coeficiente de convecção ao redor do tubo igual a 20 W/(m².K).

2.1.1. a):

Calcule a perda de calor por metro de comprimento do tubo, por convecção e radiação. (considere convecção natural);

Para resolver essa questão, precisamos primeiramente calcular a área do tubo. A área de um cilindro é dada pela fórmula:

$$A = \pi \cdot D \cdot L \rightarrow \pi \cdot 0,125 \cdot 1 = 0,3927 \text{ m}^2 \quad (1)$$

Em seguida, podemos calcular a perda de calor por convecção e radiação. A perda de calor por convecção é dada pela fórmula:

$$Q_{\text{conv}} = h \cdot A \cdot (T_s - T_{\infty}) \quad (2)$$

Substituindo os valores, temos:

$$Q_{\text{conv}} = 20 \cdot 0,3927 \cdot (398,15 - 298,15) = 20 \cdot 0,3927 \cdot 100 = 786,3 \text{ W} \quad (3)$$

Agora, calculando a perda de calor por radiação, utilizamos a fórmula:

$$Q_{\text{rad}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_s^4 - T_{\infty}^4) \quad (4)$$

Substituindo os valores, temos:

$$Q_{\text{rad}} = 0,94 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,3927 \cdot (125^4 - 25^4) = 332,5 \text{ W} \quad (5)$$

$$Q_{\text{rad}} = 0,94 \cdot 0,3927 \cdot (5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 125^4 - 25^4) = 332,5 \text{ W} \quad (6)$$

Somando os dois resultados, temos:

$$Q = Q_{\text{conv}} + Q_{\text{rad}} = 786,3 + 332,5 = 1118,8 \text{ W} \quad (7)$$

Portanto, a perda de calor por metro de comprimento do tubo, por convecção e radiação, é de 1118,8 W.

2.1.2. b):

De quanto seria a redução percentual da perda de calor por radiação, ao se revestir este tubo com uma película de alumínio?

Para calcular a redução percentual da perda de calor por radiação ao revestir o tubo com uma película de alumínio, precisamos primeiro calcular a nova perda de calor por radiação com o novo valor de emissividade.

$$Q_{\text{rad}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_s^4 - T_\infty^4) \quad (8)$$

Substituindo, temos:

$$Q_{\text{rad}} = 0,04567 \cdot 10^{-8} \cdot (0,3927) \cdot 1,590 \cdot 10^{10} \quad (9)$$

$$Q_{\text{rad}} = 0,0403927 \cdot (5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1,590 \cdot 10^{10}) = 0,0403927 \cdot 9,01 = 14,1W \quad (10)$$

Agora, para calcular a redução percentual, utilizamos a seguinte fórmula:

$$\%_{\text{reducao}} = Q_{\text{rad-ferro}} - \frac{Q_{\text{rad-aluminio}}}{Q_{\text{rad-ferro}}} \cdot 100 \rightarrow \frac{332,5 - (14,1)}{332,5} \cdot 100 \rightarrow 95,7\% \quad (11)$$

Portanto, a redução percentual da perda de calor por radiação ao revestir o tubo com uma película de alumínio é de 95,7%.

2.2. Questão 2:

Uma pessoa se encontra em uma sala climatizada, mantida a 24°C. Sabendo-se que um ser humano tem no total aproximadamente 3,0 m² de área de pele, que a temperatura superficial da pele é de 32°C em média, e que essa pessoa tem 15% do corpo descoberto (isto é, não coberto por roupas), calcule a quantidade de calor que essa pessoa emite para o ambiente, por radiação.

Para resolver a questão, precisamos primeiramente calcular a área exposta da pele. A área exposta é dada por:

$$A_{\text{exposta}} = A_{\text{total}} \cdot f = 3,0m^2 \cdot 0,15 = 0,45m^2 \quad (12)$$

Em seguida, podemos calcular a perda de calor por radiação utilizando a fórmula:

$$Q_{\text{rad}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_s^4 - T_\infty^4) \quad (13)$$

Substituindo os valores, temos:

$$Q_{\text{rad}} = 0,97567 \cdot 10^{-8} \cdot (0,45) \cdot (0,953 \cdot 10^9) \quad (14)$$

$$Q_{\text{rad}} = 0,97045 \cdot (5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,953 \cdot 10^9) = 0,97045 \cdot 54,1 = 23,7W \quad (15)$$

Portanto, a quantidade de calor que essa pessoa emite para o ambiente por radiação é de 23,7 W.

2.3. Questão 3:

Numa usina nuclear, o tubo contendo o combustível nuclear, de 15 mm de diâmetro, passa pelo interior de outro tubo, de 40 mm de diâmetro. Entre os dois tubos escoa a água de refrigeração. Supondo a água transparente à radiação (isto é, a água não absorve nem emite calor por radiação), calcule a transferência de calor por radiação, por metro linear de tubo (problema dos cilindros concêntricos). Ambos os tubos são de aço inoxidável comum limpo, porém o tubo interno é revestido com uma camada de tinta negra. A temperatura da superfície externa do tubo que contém o combustível nuclear é de 250°C, e o fluxo de água é tal que mantém a temperatura da superfície interna do tubo externo a 80 °C.

Para resolver essa questão, precisamos primeiramente calcular a área dos tubos. A área de um cilindro é dada pela fórmula:

$$A = \pi \cdot D \cdot L \rightarrow \pi \cdot 0,015 \cdot 1 = 0,0471 m^2 \quad (16)$$

Em seguida, podemos calcular a perda de calor por radiação. A perda de calor por radiação entre dois cilindros concêntricos é dada pela fórmula:

$$Q_{\text{rad}} = \frac{\sigma \cdot A_1 \cdot (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)} \quad (17)$$

Calculando as áreas dos cilindros, temos:

$$A_2 = \pi \cdot D_2 \cdot L \rightarrow \pi \cdot 0,04 \cdot 1 = 0,1257 m^2 \quad (18)$$

$$\frac{A_1}{A_2} = 0, \frac{0471}{0,1257} = 0,374 \quad (19)$$

Agora, calculando os termos de resistência térmica, temos:

$$R = \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right) = \frac{1}{0,95} + 0,374 \cdot \left(\frac{1}{0,17} - 1\right) \rightarrow 2,882 \quad (20)$$

Calculando a perda de calor por radiação, temos:

$$Q_{\text{rad}} = \frac{5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0471 \cdot 5,961 \cdot 10^{10}}{2,882} \rightarrow \frac{159,1}{2,882} = 55,3 \frac{W}{m} \quad (21)$$

Portanto, a transferência de calor por radiação entre os dois tubos é de 55,3 W/m.

3. Referências:

- INCROPERA, Frank P. Fundamentos de transferência de calor e de massa. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017