



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Conceitos Gerais Sobre Energia e Transferência de Calor: Exercícios 6

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
2.2. Questão 2:	3
2.2.1. Refletividade:	3
2.2.2. Transmissividade:	4
2.2.3. Absortividade:	4
2.2.4. Emissividade:	4
2.3. Questão 3:	4
2.3.1. a)	4
2.3.2. b)	5
2.4. Questão 4:	5
3. Referências:	6

1. Introdução:

O objetivo deste documento é estudar na apostila a introdução e até o item 1.4 (1.4.1-1.4.3) (pp. 23 a 27) e em seguida responder as questões apresentadas abaixo.

2. Questões:

2.1. Questão 1:

Um corpo cuja superfície externa tem área $0,5 \text{ m}^2$, emissividade $0,8$ e temperatura 150°C é colocado em uma câmara evacuada, muito maior que o corpo. As paredes da câmara são mantidas a 25°C . Qual a taxa de troca líquida de radiação entre o corpo e as paredes da câmara?

$$Q_{\text{liquido}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{\text{corpo}}^4 - T_{\text{parede}}^4) \quad (1)$$

Onde:

- Q_{liquido} = taxa de troca líquida de radiação (W)
- ε = emissividade da superfície do corpo
- σ = constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)
- A = área da superfície do corpo (m^2)
- T_{corpo} = temperatura do corpo (K)
- T_{parede} = temperatura da parede (K)

Substituindo os valores:

$$Q_{\text{liquido}} = 0,8 \cdot (5,67 \cdot 10^{-8}) \cdot 0,5 \cdot ((150 + 273)^4 - (25 + 273)^4) \quad (2)$$

$$Q_{\text{liquido}} = 0,8 \cdot (5,67 \cdot 10^{-8}) \cdot 0,5 \cdot (423^4 - 298^4) \quad (3)$$

$$Q_{\text{liquido}} = 0,4 \cdot (1,367 \cdot 10^{-3}) = 547,2 \text{ W} \quad (4)$$

Portanto, a taxa de troca líquida de radiação entre o corpo e as paredes da câmara é de aproximadamente $547,2 \text{ W}$.

2.2. Questão 2:

Uma placa horizontal e opaca, totalmente isolada em sua parte traseira, recebe um fluxo de radiação de 2500 W/m^2 , dos quais 500 W/m^2 são refletidos. Calcule a refletividade, a absortividade, transmissividade e a emissividade da placa.

2.2.1. Refletividade:

A refletividade é dada pela fórmula:

$$\rho = \frac{Q_{\text{refletido}}}{Q_{\text{incidente}}} \rightarrow \rho = \frac{500}{2500} = 0,2 \quad (5)$$

Portanto, a refletividade da placa é $0,2$ ou 20% .

2.2.2. Transmissividade:

A transmissividade é dada pela fórmula:

$$\tau = \frac{Q_{\text{transmitido}}}{Q_{\text{incidente}}} \rightarrow \tau = \frac{0}{2500} = 0 \quad (6)$$

Como não há radiação transmitida, a transmissividade é 0.

2.2.3. Absortividade:

A absortividade é dada pela fórmula:

$$\alpha = \rho + \tau = 1 \rightarrow \alpha = 1 - \rho = 1 - 0,2 = 0,8 \quad (7)$$

Portanto, a absortividade da placa é 0,8 ou 80%.

2.2.4. Emissividade:

Agora, para a emissividade, como a superfície está em equilíbrio térmico, podemos relacionar a emissividade com a absortividade:

$$\varepsilon = \alpha = 0,8 \quad (8)$$

Portanto, a emissividade da placa é 0,8 ou 80%.

2.3. Questão 3:

Um “chip de computador” quadrado, de lado igual a 5 mm, isotérmico, é montado em um substrato de modo que as suas superfícies laterais e traseira estejam perfeitamente isoladas, enquanto a superfície frontal está exposta ao ar, à temperatura 15°C, e coeficiente de convecção de 200 W/m².K. Devido a critérios de confiabilidade, a temperatura da superfície do chip não pode exceder 85°C.

2.3.1. a)

Calcule a taxa de transferência de calor liberada pelo chip, considerando apenas a convecção;

Primeiro, precisamos calcular a área da superfície frontal do chip. Como o chip é quadrado, a área é dada por:

$$A = \text{lado}^2 = (0,005)^2 = 0,000025 \rightarrow 2,5 \cdot 10^{-5} \text{m}^2 \quad (9)$$

Os demais parâmetros são:

- $T_{\text{chip}} = 85^\circ\text{C} = 358 \text{ K}$
- $T_{\text{ar}} = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$
- $h = 200 \text{ W/m}^2.\text{K}$
- $\varepsilon = 0,9$ (emissividade do chip)
- $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2.\text{K}^4$

Agora, a transferência de calor por convecção é dada pela fórmula:

$$Q_{\text{conv}} = h.A.(T_s - T_{\infty}) \quad (10)$$

Substituindo os valores, temos:

$$Q_{\text{conv}} = 200.(2,5.10^{-5}).(358 - 288) \rightarrow 200.1,75.10^{-3} = 0,35W \quad (11)$$

Portanto, a taxa de transferência de calor liberada pelo chip, considerando apenas a convecção, é de 0,35 W.

2.3.2. b)

Calcule o acréscimo percentual na taxa de transferência de calor, levando-se em conta também a taxa de transferência de calor liberada pelo chip por radiação. Considere que todo o meio circundante esteja a 15°C. A superfície do chip tem emissividade 0,9.

Agora, precisamos calcular a taxa de transferência de calor por radiação. A fórmula para a transferência de calor por radiação é:

$$Q_{\text{rad}} = \varepsilon.\sigma.A.(T_s^4 - T_{\text{ar}}^4) \quad (12)$$

Substituindo os valores, temos:

$$Q_{\text{rad}} = 0,9.(5,67.10^{-8}).(2,5.10^{-5}).((358)^4 - (288)^4) \quad (13)$$

$$Q_{\text{rad}} = 0,9.5,67.10^{-8}.2,5.10^{-5}.9,552.10^9 \quad (14)$$

$$Q_{\text{rad}} = 0,0122W \quad (15)$$

Aplicando a fórmula do acréscimo percentual:

$$\%_{\text{acrescimo}} = \frac{Q_{\text{total}} - Q_{\text{conv}}}{Q_{\text{conv}}} * 100 \rightarrow 0, \frac{0122}{0,35} * 100 = 3,49\% \quad (16)$$

Portanto, o acréscimo percentual na taxa de transferência de calor, levando-se em conta também a taxa de transferência de calor liberada pelo chip por radiação, é de aproximadamente 3,49%.

2.4. Questão 4:

Uma placa horizontal de alumínio, oxidada, de 3m de comprimento por 2m de largura, mantém uma temperatura de 77°C em sua superfície e está exposta a uma corrente de ar com temperatura de 27°C e coeficiente de transferência de calor por convecção de 28,0 W/m².K. Calcule a taxa total de transferência de calor.

Para solucionar essa questão, podemos utilizar a fórmula da transferência de calor por convecção:

$$Q_{\text{conv}} = h.A.(T_s - T_{\infty}) \quad (17)$$

Onde, substituindo temos:

$$Q_{\text{conv}} = 28,0.6.(77 - 27) \rightarrow 28,0.6.50 = 8400W \quad (18)$$

Portanto, a taxa total de transferência de calor é de 8400 W.

3. Referências:

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