



Transmissão de calor

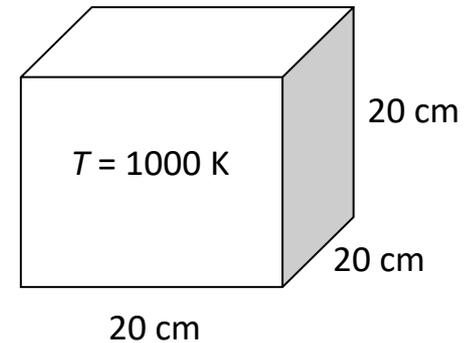
3^o Ano

Aula 20 ▫ Aula Prática-7

▫ Radiação

Problema -20.1(I)

Um corpo cúbico isotérmico de 20 cm de aresta à temperatura de 1000 K é suspenso no ar. Pretende-se determinar a energia de radiação emitida pelo cubo e o poder emissivo total considerando a emissividade espectral do corpo negro a um comprimento de onda de $4 \mu\text{m}$.



Problema -20.1 (Resolução I)

Assume-se:

- O cubo é um corpo negro.

A energia de radiação emitida pelo corpo negro determina-se da lei de Stefan-Boltzman:

$$A_s = 6a^2 = 6(0,2^2) = 0,24 \text{ m}^2$$

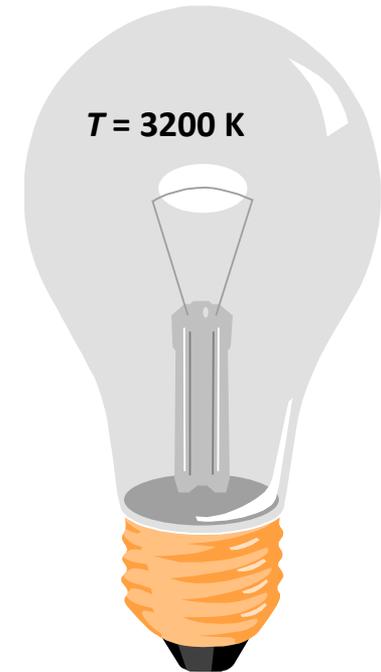
$$E_b(T) = \sigma T^4 A_s = (5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4)(1000 \text{ K})^4(0,24 \text{ m}^2) = \mathbf{1,36 \times 10^4 \text{ W}}$$

O poder emissivo total considerando o comprimento de onda é determinado da lei de Plank.

$$E_{b\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5 \left[\exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right) - 1 \right]} = \frac{3,743 \times 10^8 \text{ W} \cdot \mu\text{m}^4/\text{m}^2}{(4 \mu\text{m})^5 \left[\exp\left(\frac{1,4387 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot \text{K}}{(4 \mu\text{m})(1000 \text{ K})}\right) - 1 \right]}$$
$$= \mathbf{10,3 \text{ kW/m}^2 \cdot \mu\text{m}}$$

Problema -20.2 (I)

A temperatura do filamento de uma lâmpada encandescente é de 3200 K. Determine a fracção de radiação visível emitida pelo filamento e o comprimento de onda máximo da radiação emitida.



Problema -20.2 (Resolução I)

Assume-se:

- O filamento é um corpo negro.

O espectro electromagnético é visível no comprimento de onda que varia de:

$$\lambda_1 = 0,40 \mu\text{m}$$

$$\lambda_2 = 0,76 \mu\text{m}$$

Para a temperatura de 3200 K, a função de radiação pode ser determinada da tabela de acordo com os valores:

$$\lambda_1 T = (0,40 \mu\text{m})(3200 \text{ K}) = 1280 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_1} = 0,0043964$$

$$\lambda_2 T = (0,76 \mu\text{m})(3200 \text{ K}) = 2432 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_2} = 0,147114$$

Problema -20.2 (Resolução II)

A fracção de radiação emitida entre os dois comprimentos de onda será:

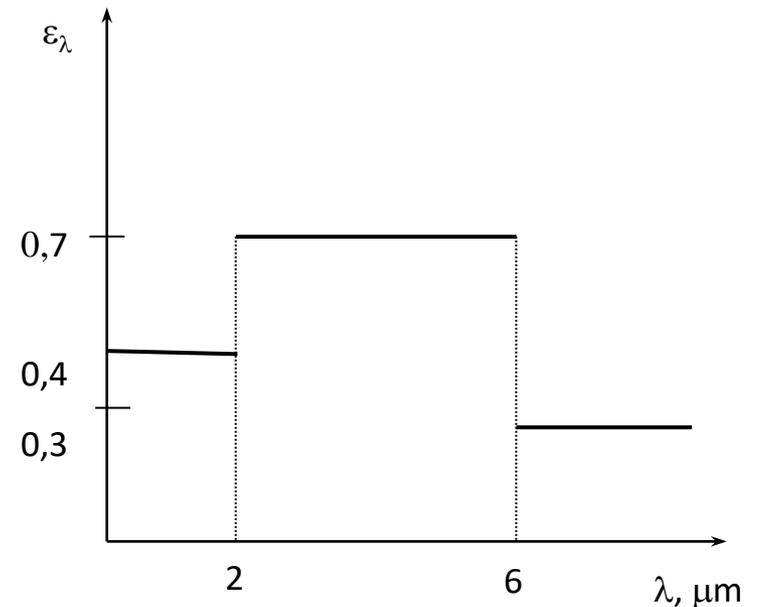
$$f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1} = 0,14711424 - 0,0043964 = 0,142718 \dots \dots \dots 14,3\%$$

O comprimento de onda para o qual a radiação emitida pelo filamento é máxima será:

$$(\lambda T)_{\max} = 2897,8 \mu\text{m} \cdot \text{K} \longrightarrow \lambda_{\max} = \frac{2897,8 \mu\text{m} \cdot \text{K}}{3200 \text{ K}} = 0,905 \mu\text{m}$$

Problema -20.3 (I)

A variação da emissividade de uma superfície a uma temperatura de 1000 K num comprimento de onda é dada pelo gráfico. Determine a emissividade média e o poder emissivo da superfície.



Problema -20.3 (Resolução I)

A media de emissividade da superfície pode ser determinada de:

$$\begin{aligned}\varepsilon(T) &= \frac{\varepsilon_1 \int_0^{\lambda_1} E_{b_\lambda}(T) d\lambda}{\sigma T^4} + \frac{\varepsilon_2 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{b_\lambda}(T) d\lambda}{\sigma T^4} + \frac{\varepsilon_3 \int_{\lambda_2}^{\infty} E_{b_\lambda}(T) d\lambda}{\sigma T^4} \\ &= \varepsilon_1 f_{0-\lambda_1} + \varepsilon_2 f_{\lambda_1-\lambda_2} + \varepsilon_3 f_{\lambda_2-\infty} \\ &= \varepsilon_1 f_{\lambda_1} + \varepsilon_2 (f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1}) + \varepsilon_3 (1 - f_{\lambda_2})\end{aligned}$$

Onde f_{λ_1} e f_{λ_2} são as fracções de radiação correspondentes a $\lambda_1 T$ e $\lambda_2 T$ e determinam-se de

$$\lambda_1 T = (2 \mu\text{m})(1000 \text{ K}) = 2000 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_1} = 0.066728$$

$$\lambda_2 T = (6 \mu\text{m})(1000 \text{ K}) = 6000 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_2} = 0.737818$$

Problema -20.3 (Resolução II)

$$f_{0-\lambda_1} = f_{\lambda_1} - f_0 = f_{\lambda_1}, \text{ pois } f_0 = 0 \text{ e } f_{\lambda_2-\infty} = f_{\infty} - f_{\lambda_2} \text{ onde } f_{\infty} = 1.$$

e

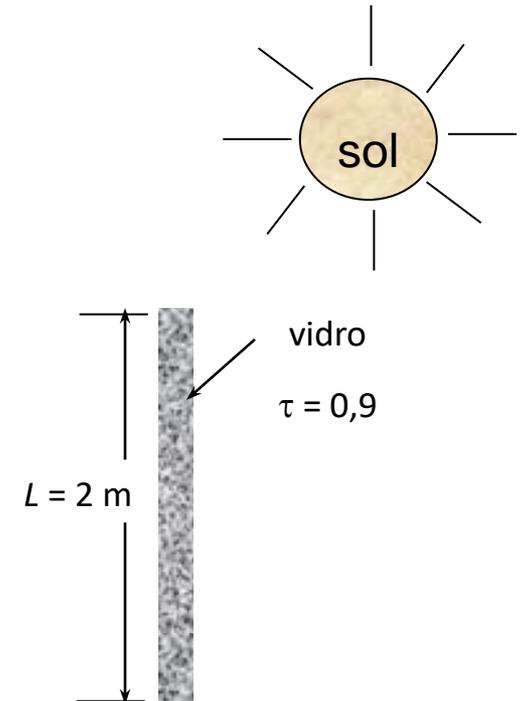
$$\varepsilon = (0,4)0,066728 + (0,7)(0,737818 - 0,066728) + (0,3)(1 - 0,737818) = 0,575$$

Portanto, o poder emissivo será:

$$E = \varepsilon \sigma T^4 = 0,575(5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4)(1000 \text{ K})^4 = 32,6 \text{ kW/m}^2$$

Problema -20.4 (I)

Um janela de vidro de 2x2 m transmite 90% da radiação emitida pelo sol num comprimento de onda específico de 0,3 a 3,0 μm , sendo portanto opaca para a radiação emitida em outros comprimentos de onda. Determine a taxa de emissão de radiação através da janela, considerando o sol, um corpo negro a temperatura de 5800 K.



Problema -20.4 – Resolução (I)

Assume-se:

- O vidro é um corpo negro.

Para um corpo negro a 5800 K, a radiação total emitida determina-se de:

$$E_b(T) = \sigma T^4 A_s = (5.67 \times 10^{-8} \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K})^4 (5800 \text{ K})^4 (4 \text{ m}^2) = 2.567 \times 10^5 \text{ kW}$$

A fracção de radiação no intervalo de comprimento de onda de 0,3 a 3,0 μm será:

$$\lambda_1 T = (0,30 \mu\text{m})(5800 \text{ K}) = 1740 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_1} = 0,03345$$

$$\lambda_2 T = (3,0 \mu\text{m})(5800 \text{ K}) = 17,400 \mu\text{mK} \longrightarrow f_{\lambda_2} = 0,97875$$

$$\Delta f = f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1} = 0,97875 - 0,03345 = 0,9453$$

Problema -20.4 – Resolução (II)

Portanto, se 90% da radiação total emitida é transmitida pelo vidro então:

$$E_{\text{transmit}} = 0,90 \Delta f E_b(T)$$

$$E_{\text{transmit}} = (0,90)(0,9453)(2,567 \times 10^5 \text{ kW}) = \mathbf{2,184 \times 10^5 \text{ kW}}$$



Trabalho Para Casa 07

São colocadas chapas finas idênticas de alumínio, com emissividade 0,1 em ambos os lados, entre duas grandes placas paralelas, que são mantidas a temperatura uniforme de $T_1 = 1000^\circ\text{C}$ e $T_2 = 200^\circ\text{C}$ e têm a emissividade de $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,2$. Investigue os efeitos do número de folhas de alumínio e da emissividade das placas na taxa líquida de transferência de calor por radiação entre as duas placas, fazendo o número de folhas de alumínio variar de 1 a 15 e a emissividade das placas de 0,2 a 1,6 com o passo de 0,1.

Trabalho Para Casa 07 (III)

Trace o gráfico da variação da taxa de transferência de calor por radiação, em função da quantidade de folhas de alumínio e da emissividade das placas para o número fixo de 5 folhas de alumínio. Comente os resultados.

Enviar até a 0 hora de terça-feira dia 14 de Maio com o “subject”: TPCT07