Transmissão de calor

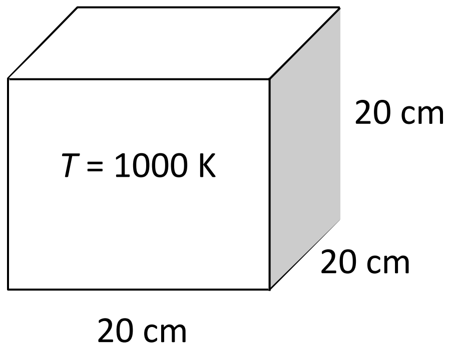
Aula prática Nº 7

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 μm.



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:

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

$$E_b(T) = \sigma T^4 A_s = (5,67\times10^{-8} \text{ W/m}^2.\text{K}^4)(1000 \text{ K})^4(0,24 \text{ m}^2) = \mathbf{1,36\times10^4 \text{ W}}$$

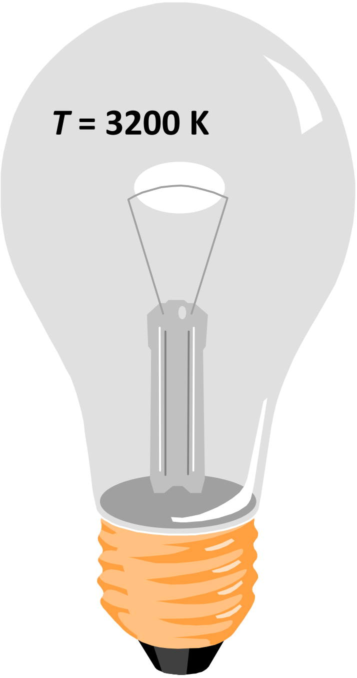
O poder emissivo total considerando o comprimento de onda é determinado da lei de Plank.

$$E_{b\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5\left[\exp\left(\dfrac{C_2}{\lambda T}\right)-1\right]} = \frac{3,743\times10^8 \text{ W}\cdot\mu\text{m}^4/\text{m}^2}{(4\ \mu\text{m})^5\left[\exp\left(\dfrac{1,4387\times10^4\ \mu\text{m}\cdot\text{K}}{(4\ \mu\text{m})(1000\text{ K})}\right)-1\right]}$$

$$= \mathbf{10,3\,kW/m^2}\cdot$$

Problema -20.2 (I)

A temperatura do filamento de uma lâmpada incandescente 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:

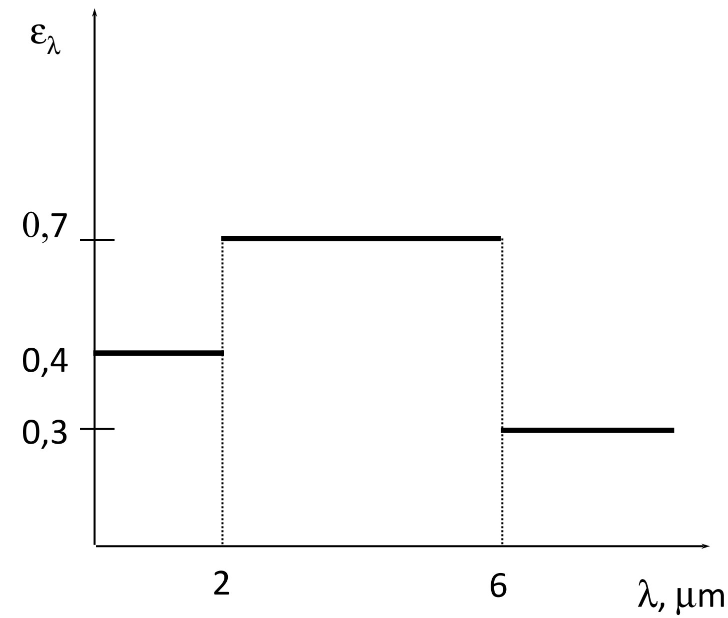
$$f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1} = 0,14711424 - 0,0043964 = 0,142718 \ldots\ldots\ldots\ldots 14,3\%$$

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

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

Problema -20.3 (I)

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



Problema -20.3 (Resolução I)

A média de emissividade da superfície pode ser determinada de:

$$\varepsilon(T) = \frac{\varepsilon_1 \int_0^{\lambda_1} E_{b_\lambda}(T)d\lambda}{\sigma T^4} + \frac{\varepsilon_2 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{b_\lambda}(T)d\lambda}{\sigma T^4} + \frac{\varepsilon_3 \int_{\lambda_2}^{\infty} E_{b_\lambda}(T)d\lambda}{\sigma T^4}$$

$$= \varepsilon_1 f_{0\text{-}\lambda_1} + \varepsilon_2 f_{\lambda_1\text{-}\lambda_2} + \varepsilon_3 f_{\lambda_2\text{-}\infty}$$

$$= \varepsilon_1 f_{\lambda_1} + \varepsilon_2 (f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1}) + \varepsilon_3 (1 - f_{\lambda_2})$$

Onde $f_{\lambda 1}$ e $f_{\lambda 2}$ são as fracções de radiação correspondentes a $\lambda_1 T$ e $\lambda_2 T$ e determinam-se de

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

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

Problema -20.3 (Resolução II)

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

e

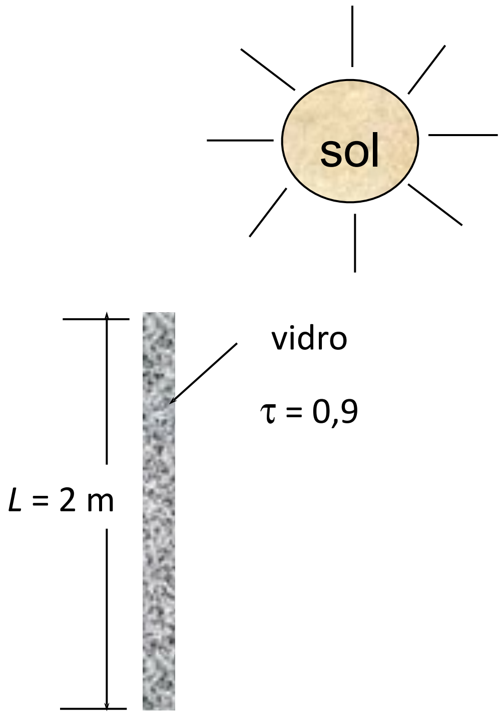
$$\varepsilon = (0,4)0,066728 + (0,7)(0,737818 - 0,066728) + (0,3)(1 - 0,737818) = 0,575$$

Portanto, o poder emissivo será:

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

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 sol é um corpo negro.

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

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

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

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

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

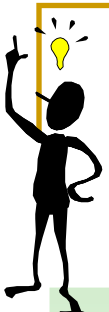
$$\Delta f = f_{\lambda_2} - f_{\lambda_1} = 0,97875 - 0,03345 = 0,9453$$

Problema -20.4 – Resolução (II)

Se 90% da radiação total emitida for transmitida pelo vidro então:

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

$$E_{\text{transmit}} = (0,90)(0,9453)(2,567\times10^5 \text{ kW}) = \mathbf{2,184\times10^5\ kW}$$



Trabalho Para Casa 06

Pretende-se escolher o material para a superfície de absorção de um colector solar.

O colector solar recebe calor do sol por radiação, mas perde uma parte para as nuvens por radiação e outra para o ambiente por convecção.

A radiação solar incide sobre a superfície a uma taxa de 750 W/m^2. As temperaturas médias do ar e das nuvens são de 25 °C e 15 °C, respectivamente, e o coeficiente de transferência de calor por convecção é de 10 W/m^2 °C e a superfície de absorção está a temperatura de 80 °C.

Trabalho Para Casa 06 (II)

Faça um gráfico da taxa líquida de energia solar emitida pela placa de absorção para a água que circula por trás dela, por dentro dos tubos, primeiro como função da absorvidade. Faça a absorvidade variar de 0,2 a 1,0, com o passo de 0,05 fixando a emissividade em 0,09, e depois como função da emissividade. Faça a emissividade variar de 0,02 a 0,18 com um passo de 0,01 fixando a absorvidade em 0,87 e comente os resultados.

Trabalho Para Casa 06 (III)