

Termodinâmica e Estrutura da Matéria

(LEGM, MEC)

2013-2014

Problemas – Aula 9

Carlos Augusto Santos Silva
carlos.santos.silva@ist.utl.pt

Versão 1.0
10-5-2014

Transmissão de calor: Condução

Problema 1

Considere que o fluxo de calor através de uma placa de madeira com a espessura de 5 cm é de 40W/m^2 , quando a temperatura da superfície exterior é igual a 40°C e a temperatura da superfície interior é igual a 20°C .

- Determine a condutividade térmica da madeira.
- Calcule o fluxo de calor nas mesmas condições, considerando que a placa é agora uma placa composta de 3 camadas: uma de madeira de espessura de 2cm, uma camada de ar de 1 cm e outra camada de madeira de 2cm.

Nota: Considere a condutividade térmica do ar igual a 0.023 W/mK

Problema 2

A superfície exterior e exterior de uma janela de vidro de 5mm de espessura eram de 5°C e 15°C respectivamente. Sabendo que a área de janela era de 3m^2 , qual é a perda de calor através dessa janela?

Nota: Considere a condutividade térmica do vidro igual $1,4\text{ W/mK}$

Transmissão de calor: Convecção

Problema 3

O coeficiente de convecção entre uma superfície a 40°C e o ar ambiente a 20°C é de $20\text{W/m}^2\text{K}$. Calcule o fluxo de calor que está a ser libertado pela superfície

Problema 4

Ar a 300°C passa por cima de uma superfície plana com as dimensões de 0,50 m por 0,25 m. Se o coeficiente de convecção nestas condições for de $250\text{ W/m}^2\text{K}$, determine a taxa de transferência de calor se a superfície for mantida a 40°C .

Transmissão de calor: Radiação

Problema 5

Uma superfície com uma área de 0.5 m^2 , emissividade de 0,8 e uma temperatura de 150°C é colocada dentro de uma câmara de vácuo cujas paredes são mantidas a 25°C .

- Qual a taxa a que é emitido calor pela superfície?
- Qual a taxa transferida entre a superfície e as paredes da câmara de vácuo?

Problema 6

A porta de um forno caseiro com uma altura de 0,5 m e largura de 0,7 m atinge uma temperatura de 32°C. Estime a perda de calor com a cozinha, sabendo que a temperatura ambiente é de 22 °C, nas seguintes condições:

- a) Despreze as perdas por convecção natural e condução
- b) Considere as perdas por convecção natural, sabendo que para aquelas condições, o coeficiente de convecção médio é de 3,3W/m²K

Nota: Considere que a porta do forno é um corpo negro.

Soluções**Problema 1**

- a) Determine a condutividade térmica da madeira

A partir da lei de Fourier $\dot{q} = k \frac{T_1 - T_2}{L}$, a condutividade térmica pode ser calculada usando a expressão $k = \dot{q} \frac{L}{T_1 - T_2} = 40 \frac{W}{m^2} \frac{0.05m}{(40-20)^\circ C} = 0.1W/mK$

- b) Calcule o fluxo de calor nas mesmas condições, considerando que a placa é agora uma placa composta de 3 camadas

Usando o análogo elétrico, sabemos que $\frac{1}{R} = \frac{1}{L_A/k_A + L_B/k_B + L_C/k_C}$ e $\dot{q} = \frac{T_1 - T_2}{R} = k_A \frac{T_1 - T_A}{L_A} = k_B \frac{T_B - T_A}{L_B} = k_A \frac{T_B - T_2}{L_A}$.

Neste caso, $\dot{q} = (T_1 - T_2) \frac{1}{L_A/k_A + L_B/k_B + L_C/k_C} = 20 \frac{1}{0.02/0.1 + 0.01/0.023 + 0.02/0.1} = 16,7W/m^2$

Problema 2

A partir da lei de Fourier $\dot{q} = Ak \frac{T_1 - T_2}{L} = 3m^2 \times 1,4 \frac{W}{mK} \frac{10K}{0.005m} = 8400W$

Problema 3

A partir da lei de arrefecimento de Newton, $\dot{q} = h(T_\infty - T_s) = 20 \frac{W}{m^2K} (40 - 20)K = 400W/m^2$

Problema 4

A partir da lei de arrefecimento de Newton, $\dot{q} = Ah(T_\infty - T_s) = 250 \frac{W}{m^2K} \times (0.25 \times 0.5)m^2 (300 - 40)K = 8125W$

Problema 5

- a) Qual a taxa a que é emitido calor pela superfície?

A partir da lei de Stefan-Boltzmann, temos que $\dot{q} = A\varepsilon\sigma T^4 = 0.5m^2 \times 0.8 \times 5.67 \times \frac{10^{-8}W}{m^2K^4} \times (150 + 273,15)^4 = 726W$

- b) Qual a taxa transferida entre a superfície e as paredes da câmara de vácuo?

A partir da lei de Stefan-Boltzmann, temos que $\dot{q} = A\varepsilon\sigma(T_1^4 - T_2^4) = 547W$

Problema 6

- a) Despreze as perdas por convecção natural e condução

A partir da lei de Stefan-Boltzmann, temos que $\dot{q} = A\varepsilon\sigma T^4 = (0,5 \times 0,7)m^2 \times 1 \times 5.67 \times \frac{10^{-8}W}{m^2K^4} \times [(32 + 273,15)^4 - (22 + 273,15)^4] = 21.4W$

- b) Considere as perdas por convecção natural, sabendo que para aquelas condições, o coeficiente de convecção médio é de $3,3W/m^2K$

A partir da lei de arrefecimento de Newton, $\dot{q} = Ah(T_\infty - T_s) = 3,34 \frac{W}{m^2K} \times (0.5 \times 0.7)m^2 (32 -$

$$22) K = 11,7W$$