

10ª Série de Problemas
Termodinâmica e Estrutura da Matéria
MEBM, MEFT e LMAC

1. Uma vidraça tem 3.00 m^2 de superfície e 6 mm de espessura. Se a diferença de temperatura entre as duas faces for de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, calcule a taxa de transferência de energia através da vidraça. Considere que a condutividade térmica do vidro é $0.8 \text{ Wm}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

2. Uma parede é formada por duas camadas. Uma é de betão e tem a espessura de 0.1 m. A outra é de madeira e tem a espessura de 0.05 m. A temperatura interior é de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura exterior é de $2 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - 2.a) Calcule a potência transferida para o exterior por unidade de área.
 - 2.b) Calcule a temperatura na superfície de contacto entre o betão e a madeira.
Condutividades térmicas em $\text{Wm}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$: 0.8 (betão) e 0.08 (madeira).

3. Considere uma parede plana vertical com uma espessura de 0,4m, condutibilidade térmica de $2,3\text{W/mK}$ e área superficial de 20m^2 . O lado esquerdo da parede, é mantido a uma temperatura constante de 80°C , enquanto o lado direito perde calor por convecção para o ar vizinho, que se encontra a uma temperatura de 15°C e é caracterizado por um coeficiente de transferência de calor por convecção de $24\text{W/m}^2\text{K}$. Assuma regime permanente e condutibilidade térmica constante.
 - 3.a) Determine o perfil de temperaturas na parede;
 - 3.b) Determine a taxa de transferência de calor através da parede.

4. Considere um ferro de passar a roupa com 800W de potência. A base do ferro tem uma espessura $L=0,6\text{cm}$, área superficial $A=160\text{cm}^2$ e condutibilidade térmica $k=20\text{W/mK}$. A superfície interior da base do ferro é sujeita a um fluxo uniforme de calor, gerado pelas resistências eléctricas que se encontram no interior do ferro. Quando as condições de regime permanente são atingidas, verifica-se que a temperatura da superfície exterior da base do ferro é igual a 85°C . Despreze quaisquer perdas pela superfície do ferro.
 - 4.a) Determine o perfil de temperaturas na base do ferro;
 - 4.b) Determine a temperatura da superfície interior da base do ferro.

5. Uma sala é aquecida de forma a ter uma temperatura constante e igual a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. No exterior, a temperatura ambiente é $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. A janela da sala, com uma área de 1 m^2 , é composta de dois vidros separados por uma caixa de ar de 1 cm (janela de vidro duplo). Os vidros da janela têm uma espessura de 4 mm . A condutividade térmica do vidro é igual a $0,8\text{ W}/(\text{m }^{\circ}\text{C})$, o coeficiente de transmissão de calor por convecção na face interior da janela é $8\text{ W}/(\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$, na face exterior da janela é $25\text{ W}/(\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$ (há vento! — convecção forçada) e na caixa de ar é $7\text{ W}/(\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$.
- 5.a)** Calcule o fluxo de calor por unidade de tempo que sai da sala pela janela.
- 5.b)** Esboce graficamente como varia a temperatura, desde o interior até ao exterior através da janela.
- 5.c)** Vamos agora ter em conta a caixilharia da janela. A caixilharia ocupa 10% da área total da janela, tem uma espessura de $2,5\text{ cm}$ e é de alumínio, tendo uma condutividade equivalente (tendo em conta que não é maciço!) de $5\text{ W}/(\text{m }^{\circ}\text{C})$. Calcule o fluxo de calor por unidade de tempo, tendo em conta o efeito da caixilharia.
- 5.d)** Esboce graficamente a variação da temperatura como em b), mas ao longo da caixilharia, e compare. O que acha que pode acontecer na superfície interior da caixilharia?
- 5.e)** Faça um gráfico do fluxo de calor que sai pela janela por unidade de tempo, em função da diferença de temperatura entre o exterior e o interior (sugestão: calcule a resistência térmica total da janela, tendo em atenção que pode considerar o caixilho em paralelo com o vidro duplo e tendo atenção às respectivas áreas). Sugira uma forma de medir experimentalmente o coeficiente de transmissão térmica de um elemento construtivo não homogéneo (porta, janela, parede, etc).
6. Um vaso esférico oco de raio interior a e raio exterior b tem uma parede com condutividade térmica k . Se o seu interior estiver à temperatura T_a e o seu exterior à temperatura T_b , calcule o calor por unidade de tempo que é trocado entre o interior e o exterior.
7. Um tubo de aquecimento com 3 cm de diâmetro onde circula água a $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ está envolvido por um isolante elastomérico com condutividade térmica $0,034\text{ Wm}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e com 15 mm de espessura. Se a temperatura exterior for de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ qual é a potência transferida para o exterior por unidade de comprimento do tubo?
8. Um avião a jacto comercial tem uma forma aproximadamente cilíndrica com 35 m de comprimento e cerca de $2,5\text{ m}$ de raio interior. As paredes são revestidas com um material isolante de 6 cm de espessura e condutibilidade térmica $k=4\times 10^{-5}\text{ cal}/(\text{s cm }^{\circ}\text{C})$. A temperatura no interior deve ser mantida a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ enquanto a temperatura exterior é cerca de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Qual é a taxa de aquecimento necessária para manter a temperatura interior da cabine?

9. Uma garrafa termo é aproximadamente cilíndrica com cerca de 30 cm de altura, 4 cm de raio interior e 4.5 cm de raio exterior. O revestimento termicamente isolante caracteriza-se por uma condutibilidade térmica $k=2 \times 10^{-5}$ cal/(s cm °C). Se um litro de café a 90 °C for colocado no seu interior e se a temperatura exterior for de 20 °C, quanto tempo é necessário para o café arrefecer até 50 °C?

Nota: Despreze as trocas de calor pelo fundo e tampa do termo e admita que o café tem propriedades semelhantes à água.

10. Uma conduta de aço ($k=48$ W/mK), com 5 cm de diâmetro exterior e 2,6 mm de espessura é coberta com uma camada de isolamento de amianto ($k=0,149$ W/mK e 6,4 mm de espessura), seguida de uma camada de fibra de vidro ($k=0,028$ W/mK e 2,5 mm de espessura). A temperatura da parede interior da conduta é de 315 °C e a da exterior do isolamento é de 38 °C. Calcule a temperatura na interface entre o amianto e a fibra de vidro.

11. Quando faz muito frio forma-se uma camada de gelo sobre a superfície dos lagos. Admita que a temperatura ambiente é $-T$ °C e a temperatura na interface gelo/água é 0°C.

11.a) Determine o calor perdido pelo lago por m^2 e por segundo quando a camada de gelo tem uma espessura x_0 .

11.b) A que taxa é que a espessura da camada de gelo aumenta? Expresse o resultado em função da temperatura exterior, da espessura da camada e das propriedades do gelo.

12. Num tubo de aço com 10 cm de diâmetro exterior e 2 mm de espessura de parede, circula água a 80°C. A condutividade térmica do aço é $k_{aço}=50$ W/mK. Assuma $T_{fluido}=T_{superfície}$.

12.a) Determine o perfil de temperatura na parede do tubo de aço, sabendo que a temperatura exterior é de 15°C.

12.b) Qual a resistência térmica do tubo?

Nota: Resistência térmica, $R_T = \Delta T / Q$

12.c) Sabendo que o tubo se encontra envolvido por uma camada isolante com 4 cm de espessura e condutividade térmica $k_{isol}=0.04$ W/mK, determine a perda de calor do tubo, por unidade de comprimento.

12.d) Deixe de considerar que $T_{fluido}=T_{superfície}$ e admita que o coeficiente de transferência de calor por convecção, da água no interior do tubo é de 30 000 W/m² K e do ar no exterior do isolamento é 20 W/m² K. Calcule de novo a perda de calor do tubo, por unidade de comprimento.