

## Lista de exercícios – Transferência de Calor e Massa

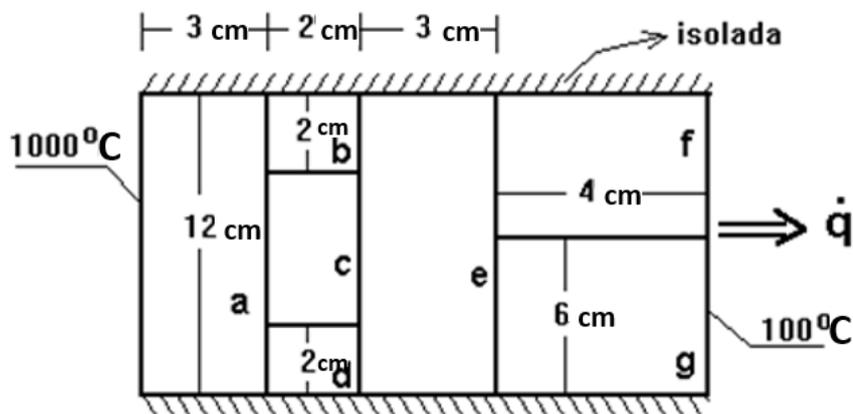
1) Uma chapa de cobre ( $k = 372 \text{ W/m.K}$ ) tem 3 mm de espessura e possui uma camada de aço inoxidável protetora contra corrosão em cada lado com 2 mm de espessura ( $k = 17 \text{ W/m.K}$ ). A temperatura é de  $400^\circ\text{C}$  num dos lados desta parede composta e de  $100^\circ\text{C}$  no outro. Encontre a distribuição de temperatura na parede composta e o calor conduzido através da parede.

2) Quantas calorias são transmitidas por metro quadrado de um cobertor de 2,5 cm de espessura, durante uma hora, estando a pele a  $33^\circ\text{C}$  e o ambiente a  $0^\circ\text{C}$ ? O coeficiente de condutibilidade térmica do cobertor é  $0,00008 \text{ cal/s.m.}^\circ\text{C}$ .

3) Uma superfície de uma placa de 10 mm de espessura de aço inoxidável ( $k = 15 \text{ w/mK}$ ) é mantida a  $90^\circ\text{C}$  por meio de vapor em condensação, enquanto que a superfície oposta é submetida a uma corrente de ar a  $T_\infty = 25^\circ\text{C}$  e  $h = 25 \text{ w/m}^2\text{K}$ . Qual a temperatura da superfície em contato com o ar?

4) Um vidro plano, com coeficiente de condutibilidade térmica  $0,00183 \text{ cal/s.cm.}^\circ\text{C}$ , tem uma área de  $1.000 \text{ cm}^2$  e espessura de 3,66 mm. Sendo o fluxo de calor por condução através do vidro de  $2.000 \text{ cal/s}$ , calcule a diferença de temperatura entre suas faces.

5) Calcular o fluxo de calor na parede composta abaixo :

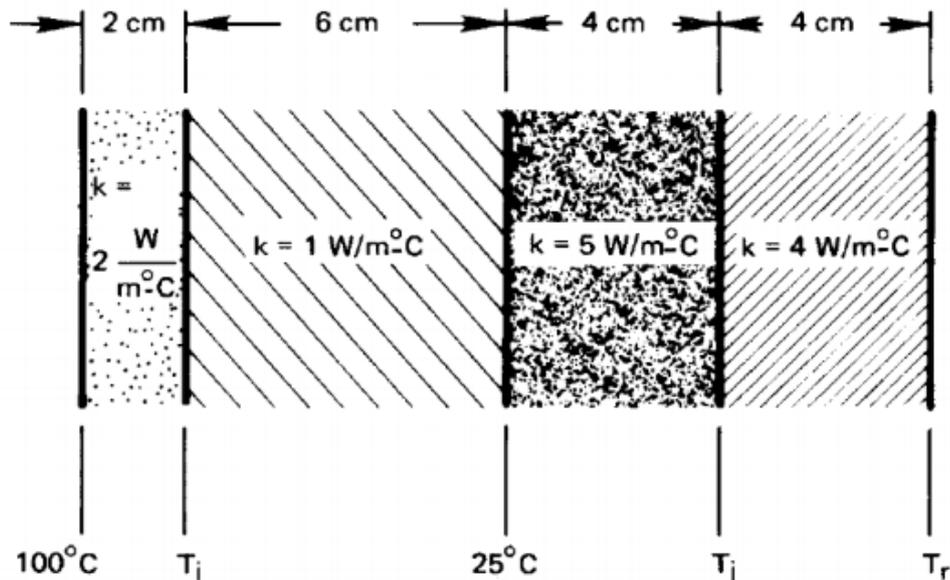


material	a	b	c	d	e	f	g
$k \text{ (W/m.}^\circ\text{C)}$	100	40	10	60	30	40	20

6) As superfícies interna e externa da parede de um forno industrial, construída com tijolo refratário, estão no estado estacionário, respectivamente, à temperatura  $T_1=1673^\circ\text{C}$  e  $T_2= 1423^\circ\text{C}$ . A parede tem espessura  $L= 15 \text{ cm}$  e condutividade térmica  $k = 1,7 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ . Calcule o fluxo de calor ( $\text{W/m}^2$ ) e a taxa de transferência de calor através da parede de  $0,5 \text{ m}$  de altura por  $3 \text{ m}$  de largura e desenhe o circuito térmico equivalente.

- 7) A superfície interna de uma parede está à temperatura  $T_1 = 100^\circ\text{C}$ , enquanto a superfície externa está exposta a um meio fluido a  $T_\infty = 10^\circ\text{C}$ . O coeficiente de convecção vale  $h_c = 10 \text{ W/m}^2\text{C}$ . A parede tem espessura  $L = 40 \text{ cm}$  e condutividade térmica  $k = 1,6 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ . Calcule o fluxo de calor ( $\text{W/m}^2$ ) através da parede, e a temperatura da superfície externa  $T_E$ , em regime permanente.
- 8) Uma parede tem 2 cm de espessura, de área da seção transversal  $A = 1 \text{ m}^2$ , de condutividade térmica  $k_p = 1,3 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , devendo ser coberta com um isolante de  $k_{\text{iso}} = 0,35 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , para manter a perda de calor menor que 1500 W. Os coeficientes de convecção interno e externo são  $h_I = 500 \text{ W/m}^2\text{C}$  e  $h_E = 20 \text{ W/m}^2\text{C}$  e as temperaturas dos meios interno e externo, respectivamente,  $T_{\infty,I} = 1300^\circ\text{C}$   $T_{\infty,E} = 20^\circ\text{C}$ .
- Qual deve ser a espessura do isolante?
  - Quais serão as temperaturas das superfícies da parede e do isolante, em estado estacionário.

9) Quais são os valores de  $T_i$ ,  $T_j$  e  $T_r$  na parede mostrada na figura abaixo.



10) Um cilindro de ferro fundido ( $k=80 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) com o diâmetro interno de 5 cm e 2,5 mm de espessura de parede é usado para transportar vapor de água a  $320^\circ\text{C}$ . O cilindro está revestido por uma camada de lã de vidro ( $k=0,05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) com 3 cm de espessura. A perda de calor para o ar ambiente a  $5^\circ\text{C}$  ocorre por convecção natural cujo coeficiente de transferência de calor é  $18 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ . Supondo que não ocorre condensação e que o coeficiente de transferência de calor da superfície interna da conduta para o vapor é  $60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , determine:

- a perda de calor por unidade de comprimento do cilindro;
- a queda de temperatura na parede do cilindro e na camada do isolamento.

**11)** Um tubo de aço ( $k=22 \text{ W/m.K}$ ) de 2 cm de espessura e 15 cm de diâmetro externo é utilizado para conduzir ar aquecido. O tubo é isolado com 2 camadas de materiais isolantes : a primeira de isolante de alta temperatura ( $k=0,051 \text{ W/m.K}$ ) com espessura de 3cm e a segunda com isolante à base de magnésia ( $k=0,032 \text{ W/m.K}$ ) também com espessura de 3cm. Sabendo que estando a temperatura da superfície interna do tubo a  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  a temperatura da superfície externa do segundo isolante fica em  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , pede-se:

- Determine o fluxo de calor por unidade de comprimento do tubo
- Determine a temperatura da interface entre os dois isolantes
- Compare os fluxos de calor se houver uma troca de posicionamento dos dois isolantes

**12)** Um tanque de aço ( $k = 40 \text{ W/m.K}$ ), de formato esférico e raio interno de 0,5 m e espessura de 5 mm, é isolado com 4cm de lã de rocha ( $k = 0,04 \text{ W/m.K}$ ). A temperatura da face interna do tanque é  $220 \text{ }^\circ\text{C}$  e a da face externa do isolante é  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Após alguns anos de utilização, a lã de rocha foi substituída por outro isolante, também de 4 cm de espessura, tendo sido notado então um aumento de 10% no calor perdido para o ambiente (mantiveram-se as demais condições). Determinar:

- fluxo de calor pelo tanque isolado com lã de rocha;
- o coeficiente de condutividade térmica do novo isolante;
- qual deveria ser a espessura (em polegadas) do novo isolante para que se tenha o mesmo fluxo de calor que era trocado com a lã de rocha.

**13)** Determine a massa molecular da seguinte mistura gasosa: 5% de  $\text{CO}$ , 20% de  $\text{H}_2\text{O}$ , 4% de  $\text{O}_2$  e 71% de  $\text{N}_2$ . Calcule, também, as frações mássicas das espécies que compõe essa mistura.

**14)** Calcule a massa molecular do ar considerando-o como uma mistura nas seguintes proporções:

- 79% de  $\text{N}_2$  e 21% de  $\text{O}_2$
- 78,09%  $\text{N}_2$  , 20,65% de  $\text{O}_2$  , 0,93% de Ar (argônio) e 0,33% de  $\text{CO}_2$

**15)** Calcule a concentração mássica da mistura e de cada componente a 1 atm e  $25^\circ\text{C}$ , assim como as frações mássicas de cada espécie presente nos item (a) do exercício anterior.

**16)** Sabendo que as velocidades absolutas das espécies químicas presentes na mistura gasosa do exemplo 01 são:  $v_{\text{CO}_2} = 10 \text{ cm/s}$ ,  $v_{\text{O}_2} = 13 \text{ cm/s}$ ,  $v_{\text{H}_2\text{O}} = 19 \text{ cm/s}$ ,  $v_{\text{N}_2} = 11 \text{ cm/s}$ , determine:

- A velocidade média molar da mistura;
- A velocidade mássica da mistura;

c) A velocidade de difusão do  $O_2$  na mistura, tendo como referência a velocidade média molar da mistura;

d) Idem ao item (c), tendo como referência a velocidade média mássica da mistura.

**Obs: Utilizar as composições molares e mássicas dos gases do exemplo 1.**