

Exemplo

Uma caixa de isopor usada para manter as bebidas frias possui área total (incluindo a tampa) igual a $0,80 \text{ m}^2$, e a espessura de sua parede mede $2,0 \text{ cm}$. A caixa está cheia de água, gelo e latas de Coca-Cola a 0°C .

- Qual é a taxa de fluxo de calor para o interior da caixa, se a temperatura da parede externa for 30°C ?
- Qual é a quantidade de gelo que se liquefaz durante 8 horas?

$$A = 0,80 \text{ m}^2$$

$$L = 2,0 = 0,02 \text{ m}$$

$$T_H = 30^\circ \text{C}$$

$$T_C = 0^\circ \text{C}$$

$$k_{\text{isopor}} = 0,01 \text{ W/mK}$$

a) Fluxo de calor

$$H = k \cdot A \cdot \frac{T_H - T_C}{L}$$

$$H = 0,01 \cdot 0,8 \cdot \frac{30 - 0}{0,02} \Rightarrow H = 12 \frac{\text{J}}{\text{s}} \text{ (W)}$$

b) Calor transferido em 8 horas

$$Q = H \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 8 \times 60 \times 60 = 9600 \text{ s}$$

$$Q = 12 \cdot 9600 \Rightarrow Q = 1,15 \times 10^5 \text{ J}$$

Quantidade de gelo fundente

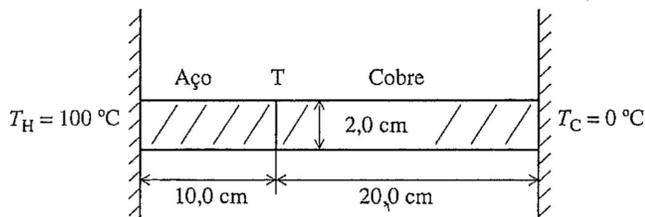
$$Q = m \cdot L_f$$

$$1,15 \times 10^5 = m \cdot 3,34 \times 10^5 \Rightarrow m = \frac{1,15 \times 10^5}{3,34 \times 10^5}$$

$$m = 0,345 \text{ kg}$$

Exemplo (transmissão em série)

Uma barra de aço de 10,0 cm de comprimento é soldada pela extremidade a uma barra de cobre de 20,0 cm de comprimento. As duas barras são perfeitamente isoladas em suas partes laterais. A seção transversal das duas barras é um quadrado de lado igual a 2,0 cm. A extremidade livre da barra de aço é mantida a 100 °C pelo contato com vapor d'água obtido por ebulição, e a extremidade livre da barra de cobre é mantida a 0 °C por estar em contato com gelo. Calcule a temperatura na junção entre as duas barras e a taxa total da transferência de calor.



Princípio $\Rightarrow H_{\text{aço}} = H_{\text{cobre}}$

$$k_{\text{aço}} \cdot A \cdot \frac{T_H - T_C}{L_{\text{aço}}} = k_{\text{cobre}} \cdot A \cdot \frac{T_H - T_C}{L_{\text{cobre}}}$$

$$50,2 \cdot \frac{100 - T}{0,10} = 385 \cdot \frac{T - 0}{0,2}$$

$$502 (100 - T) = 1925 T$$

$$100 - T = 3,83 T$$

$$100 = 4,83 T \quad \Rightarrow T = 20,7^\circ\text{C} //$$

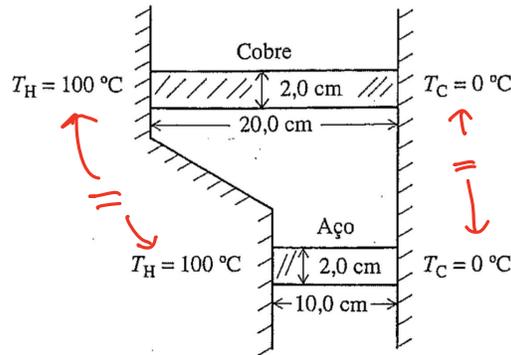
$$H_{\text{aço}} = 50,2 \cdot 0,02^2 \cdot \frac{100 - 20,7}{0,10} = 15,9 \text{ W}$$

ou

$$H_{\text{cobre}} = 385 \cdot 0,02^2 \cdot \frac{20,7 - 0}{0,2} = 15,9 \text{ W}$$

Exemplo (transmissão em paralelo)

No exemplo anterior, suponha que as duas barras estejam separadas. Uma extremidade de cada barra é mantida a 100 °C e a outra extremidade é mantida a 0 °C. Qual é a taxa total de transferência de calor nas duas barras?



$$H = H_{\text{aço}} + H_{\text{cobre}}$$

$$H = k_{\text{aço}} \cdot A \cdot \frac{T_H - T_C}{L_{\text{aço}}} + k_{\text{cobre}} \cdot A \cdot \frac{T_H - T_C}{L_{\text{cobre}}}$$

$$H = 50,2 \cdot 0,02^2 \cdot \frac{100 - 0}{0,10} + 385 \cdot 0,02^2 \cdot \frac{100 - 0}{0,20}$$

$$H = 20,1 + 77,0$$

$$H = 97,1 \text{ W}$$

Exemplo

As paredes de um cômodo somam de 20 metros de largura por 2,8 metros de altura, feitas apenas de tijolo baiano de 14 cm. A temperatura externa é de 30°C e a interna é de 22°C.

Calcule a taxa de transmissão de calor e o custo por dia para atender essa diferença, supondo uma tarifa de R\$ 0,90/kWh, considerando apenas os dados do problema.



$$R = 0,30 \frac{\text{m}^2}{\text{C} \cdot \text{W}}$$

$$H = A \frac{T_H - T_C}{R}$$

$$H = (20 \times 2,8) \frac{30 - 22}{0,30}$$

$$H = 3,73 \cdot 10^3 \text{ W}$$

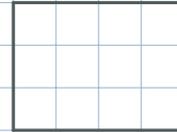
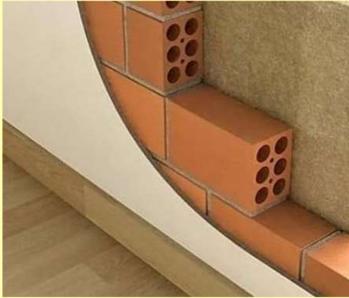
$$C = 3,73 \cdot 10^3 \times 24 \Rightarrow C = 8,96 \times 10^4 \text{ Wh}$$
$$C = 89,6 \text{ kWh}$$

$$\text{Custo} = 89,6 \times 0,90$$

$$\text{Custo} = \text{R\$ } 80,60 / \text{dia}$$

Exemplo (série)

Uma sala de 3 metros de comprimento por 4 de largura e 2,5 de altura é feita de tijolo baiano de 9x12 cm, revestido externamente por uma camada de lã de rocha de 5,0 cm, e internamente por argamassa Isodur de 3,0 cm, com 30% de umidade. Qual o fluxo de calor que ocorre apenas pelas paredes, considerando uma temperatura externa de 35°C e uma interna de 22°C?



Área das paredes

$$A = (2 \times 3 + 2 \times 4) \cdot 2,5 \Rightarrow A = 35 \text{ m}^2$$

Resistência térmica total da parede

$$R_t = R_{\text{lã}} + R_{\text{tijolo}} + R_{\text{argomassa}}$$

$$R_t = 1,32 + 0,22 + 0,38 \Rightarrow R_t = 1,92 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{W}}$$

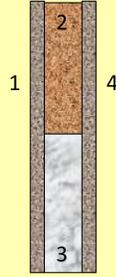
Fluxo de calor

$$H = A \cdot \frac{T_H - T_C}{R} \Rightarrow H = 35 \cdot \frac{35 - 22}{1,92}$$

$$H = 237 \text{ W}$$

Exemplo

Calcular o fluxo de calor por m^2 de um conjunto composto por duas camadas externas de reboco isolante seco de 3,0 cm de espessura, internamente 50% por tijolo baiano de 14 cm e 50% por lã de rocha de 14 cm. Suponha uma temperatura externa de 30°C e interna de 22°C .



$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{0,16} + \frac{1}{3,68}$$

$$R_{2,3} = 5,83 \frac{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_T = 0,38 + 5,83 + 0,38$$

$$R_T = 6,59 \frac{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{m}}$$

$$\dot{q} = \frac{T_H - T_C}{R_T} \Rightarrow \dot{q} = \frac{30 - 22}{6,59} \Rightarrow \dot{q} = 1,21 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Exemplo

Uma placa quadrada de aço, com lado igual a 10 cm e espessura 1 cm é aquecida em uma forja até uma temperatura de 800 °C. Sabendo que a emissividade do aço é igual a 0,60, qual é a taxa total de energia transmitida por radiação?



$$T_{\text{kelvin}} = 800 + 273 \Rightarrow T = 1073 \text{ K}$$

Área da placa

$$A = (2 \times 0,1 \times 0,1) + (4 \times 0,1 \times 0,01) \Rightarrow A = 2,4 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

Calor irradiado

$$H = A \cdot e \cdot \sigma \cdot T^4$$

$$H = 2,4 \times 10^{-2} \cdot 0,6 \cdot 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1073^4$$

$$H = 1,08 \times 10^3 \text{ W}$$