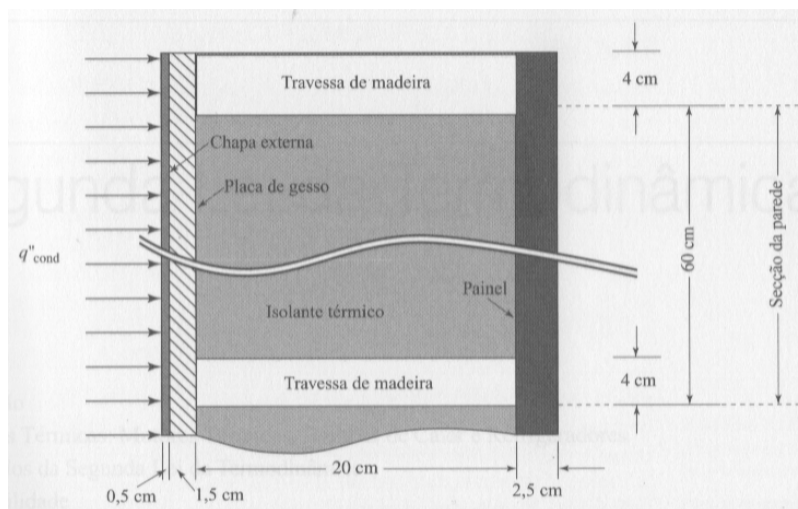


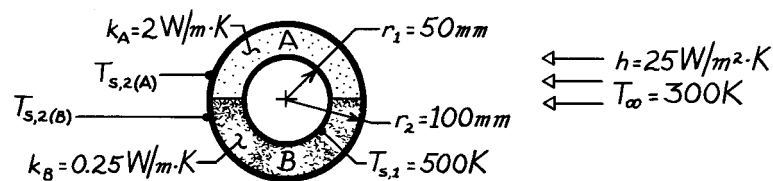
Exercícios – Condução de Calor (aulas 19, 20 e 21)

- 1 - Um circuito integrado (*chip*) de silício é encapsulado de tal modo que, sob condições de regime estacionário, toda a potência por ele dissipada é transferida por convecção para uma corrente de fluido, na qual $h = 1000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e $T_\infty = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. O *chip* está separado do fluido por uma placa de alumínio ($k = 237 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), que tem 2 mm de espessura. A resistência de contato na interface entre o *chip* e o alumínio é de $0,5 \times 10^{-4} (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$. Se a área superficial do *chip* é de 100 mm^2 e a sua temperatura máxima permissível é de $85 \text{ }^\circ\text{C}$, qual a potência máxima que pode ser dissipada pelo *chip*?
- 2 - Considere a parede externa de uma casa, como mostrado na figura. A parede é composta por painéis de 2,5 cm, travessas de madeira de $20 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ com isolamento embutido entre as travessas, uma placa interna de gesso de 1,5 cm e uma chapa de 0,5 cm de espessura. As travessas de madeira estão colocadas em intervalos de 60 cm ao longo da parede. As condutividades térmicas dos painéis, das travessas de madeira, do isolamento, da placa de gesso e da chapa externa são $0,094 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $0,16 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $0,03 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $0,17 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ e $0,12 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, respectivamente. A casa é mantida a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura externa é $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Os coeficientes de transmissão de calor convectivo nas superfícies interna e externa da parede são $8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e $208 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, respectivamente. Considerando a transmissão de calor em regime permanente unidimensional, qual é o fluxo de calor através de uma seção da parede?



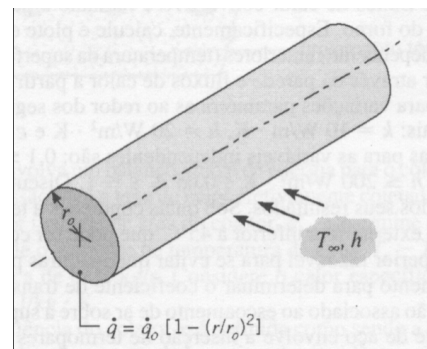
- 3 - Uma parede plana, com espessura de 7,5 cm, gera calor interno a uma taxa de $10^5 \text{ W}/\text{m}^3$. Um lado da parede está isolado e o outro está exposto a um ambiente a $90 \text{ }^\circ\text{C}$. O coeficiente de transferência de calor por convecção entre a parede e o ambiente é $500 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Se a condutividade térmica da parede for $12 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, calcule a sua temperatura máxima.
- 4 - Uma pequena represa, que pode ser idealizada como uma grande laje com 1,2 m de espessura, deve ser totalmente esvaziada em um período curto de tempo. A hidratação do concreto resulta no equivalente a uma fonte distribuída de geração de calor constante de $100 \text{ W}/\text{m}^3$. Se ambas as superfícies da represa estão a $16 \text{ }^\circ\text{C}$, determine a temperatura máxima à qual estará sujeito o concreto ($k = 0,84 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), na hipótese de condições de estado estacionário.
- 5 - Vapor escoando em um tubo longo, com paredes delgadas, mantém a sua parede a uma temperatura uniforme de 500 K. O tubo é coberto por uma manta de isolamento térmico composto por dois materiais diferentes, A e B. Suponha existir na interface entre os dois materiais uma resistência térmica de contato infinita. A superfície externa está exposta ao ar, onde $T_\infty = 300 \text{ K}$ e $h = 25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

- a) Esboce o circuito térmico para o sistema.
 b) Para as condições fornecidas, qual é a perda de calor total para o ambiente? Quais são as temperaturas na superfície externa, $T_{s,2(A)}$ e $T_{s,2(B)}$?



- 6 - Para um fio elétrico de 2,6 mm de diâmetro, qual é a espessura de isolamento de borracha [$k = 0,16 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$] que maximizará a transferência de calor, se o coeficiente de transferência de calor por convecção na superfície externa for igual a $10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$?
- 7 - Um aquecedor elétrico, capaz de gerar 10 kW, deve ser projetado. O elemento de aquecimento deve ser um fio de aço inoxidável apresentando resistividade elétrica de $80 \times 10^{-6} \Omega\cdot\text{cm}$. A temperatura operacional do aço inoxidável não deve exceder $1260 \text{ }^\circ\text{C}$. O coeficiente mínimo de transferência de calor previsto na superfície externa é de $1720 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, em um meio cuja temperatura máxima será de $93 \text{ }^\circ\text{C}$. Um transformador capaz de libertar corrente elétrica a 12 V está disponível. Determine o tamanho adequado do fio e a corrente necessária. *Sugestão:* demonstre primeiro que a queda de temperatura entre o centro e a superfície do fio é independente do seu diâmetro e determine o seu valor.

- 8 - Rejeitos radioativos são estocados em recipientes cilíndricos longos e com paredes finas. Os rejeitos geram energia térmica de forma não-uniforme, de acordo com a relação $\dot{q} = \dot{q}_0 [1 - (r/r_0)^2]$, onde \dot{q} é a taxa local de geração de energia por unidade de volume, \dot{q}_0 é uma constante e r_0 é o raio do recipiente. Condições de regime estacionário são mantidas pela submersão do recipiente em um líquido que está a T_{∞} e fornece um coeficiente de transferência de calor por convecção uniforme e igual a h .



- a) Obtenha uma expressão para a taxa total com que a energia é gerada por unidade de comprimento do recipiente.
 b) Use este resultado para obter uma expressão para a temperatura da superfície do recipiente, T_{sup} .

Respostas:

1 - 5,67 W

2 - 2,632 W/m²

3 - 128 °C

4 - 37 °C

5 - b) $q' = 1040 \text{ W/m}$; $T_{s,2(A)} = 407 \text{ K}$; $T_{s,2(B)} = 325 \text{ K}$

6 - 14,7 mm

7 - $r_0 = 2,478 \text{ mm}$; $L = 0,3472 \text{ m}$; $I = 833,3 \text{ A}$

8 - a) $\dot{q}_T = \frac{\pi \dot{q}_0 r_0^2}{2}$; b) $T_{\text{sup}} = \frac{\dot{q}_0 r_0}{4h} + T_{\infty}$