

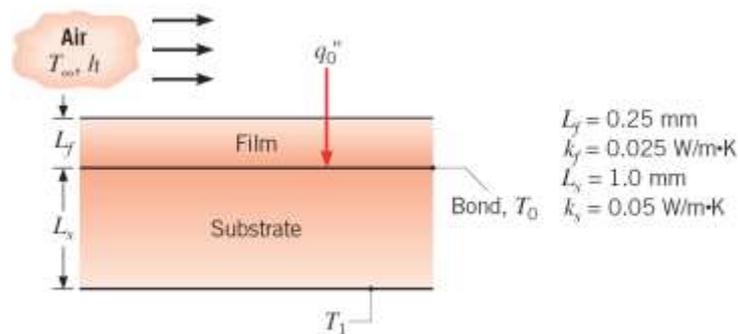
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**Instituto de Química**  
**Lista de Exercícios 1 – Introdução aos Fenômenos de Transporte**  
**(Condução de Calor)**

Curso: Química Industrial

Prof. Dr. Dyrney Araújo dos Santos

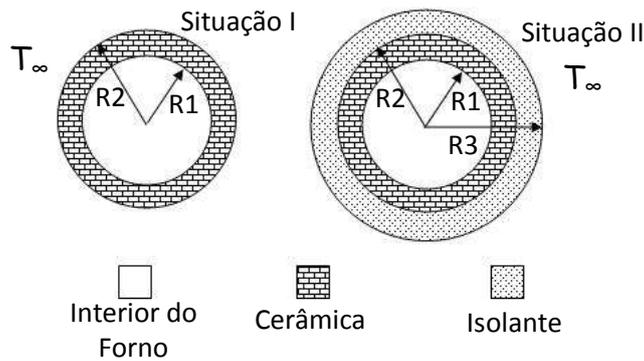
**Exercício 1:** O vidro traseiro de um automóvel é desembaçado pela fixação de um aquecedor em película, fino e transparente, sobre a sua superfície interna. Aquecendo eletricamente este elemento, um fluxo térmico uniforme pode ser estabelecido na superfície interna. Para um vidro com 4 mm de espessura, determine a potência elétrica, por unidade de área do vidro, necessária para manter uma temperatura na superfície interna de 15°C, quando a temperatura do ar no interior do carro e o coeficiente convectivo são  $T_{\infty,i} = 25^\circ\text{C}$  e  $h_i = 10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , enquanto a temperatura e o coeficiente convectivo no ar exterior (ambiente) são  $T_{\infty,e} = -10^\circ\text{C}$  e  $h_e = 65 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Considere a condutividade térmica do vidro igual a  $k = 1,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .

**Exercício 2:** Em um processo de fabricação, uma película transparente está sendo fixada sobre um substrato conforme mostrado no esboço. Para curar a adesão a uma temperatura  $T_0$  uma fonte radiante é usada para fornecer um fluxo térmico  $q$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), que é totalmente absorvido na superfície da fixação. A parte interior do substrato é mantida a  $T_1$ , enquanto a superfície livre da película está exposta ao ar a  $T_\infty$ , com coeficiente de transferência de calor por convecção  $h$ .



- a) Mostre o circuito térmico que representa a situação de transferência de calor em regime estacionário. Certifique-se de que sejam identificados todos os elementos, nós e taxas de transferência de calor. Deixe na forma simbólica.
- b) Suponha as seguintes condições:  $T_\infty = 20^\circ\text{C}$ ,  $h = 50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  e  $T_1 = 30^\circ\text{C}$ . Calcule o fluxo térmico  $q_0$  que é necessário para manter a temperatura da superfície de fixação a  $T_0 = 60^\circ\text{C}$ .

**Exercício 3:** Uma panificadora de Goiânia – GO queima GLP (gás liquefeito de petróleo) em seu forno industrial (cilíndrico) que atualmente está sem isolamento (Situação I). Você foi contratado pelo gerente para fazer uma avaliação técnica sobre a possibilidade de utilizar um isolante térmico (Situação II) para diminuir os custos com o aquecimento do forno, nas seguintes condições:



Dados Técnicos acerca do forno industrial:

Comprimento do Forno (L)	10 m
Raio Interno do Forno (R1)	1,5 m
Raio Externo do Forno (R2)	2,0 m
Espessura do isolante (R3 – R2)	0,3 m
Temperatura da Parede Interna do Forno (T1)	250 °C
Temperatura Ambiente externa ao Forno (T <sub>∞</sub> )	25 °C
Condutividade Térmica da Cerâmica (k <sub>c</sub> )	0,050 W/(m.K)
Coefficiente Convectivo de Troca Térmica Externo (h)	0,400 W/(m <sup>2</sup> .K)

De acordo com os dados técnicos apresentados anteriormente:

- Avalie a taxa de calor que o forno está perdendo atualmente para o ambiente externo, ou seja, sem isolamento térmico (Situação I).
- Avalie a condutividade térmica do isolante (k<sub>i</sub>) necessária para que a taxa de calor seja reduzida em 40% (situação II).

**Exercício 4:** Um aquecedor elétrico delgado é enrolado ao redor da superfície externa de um longo tubo cilíndrico cuja superfície interna é mantida a uma temperatura de 5°C. A parede do tubo possui raios interno e externo iguais a 25 e 75 mm, respectivamente, e uma condutividade térmica de 10W/(m.K). A resistência térmica de contato entre o aquecedor e a superfície externa do tubo (por unidade de comprimento do tubo) é  $R_{t,c} = 0,01 \text{ m.K/W}$ . A superfície externa do aquecedor está exposta a um fluido com  $T_{\infty} = -10^{\circ}\text{C}$ , com um coeficiente convectivo  $h = 100 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Determine a potência do aquecedor, por unidade de comprimento do tubo, requerida para mantê-lo a  $T_e = 25^{\circ}\text{C}$ .

**Exercício 5:** Um tubo de aço inoxidável (com condutividade térmica  $k_a = 14,2 \text{ W/m.K}$ ) usado para transportar um fluido farmacêutico refrigerado tem um diâmetro interno de 36 mm e uma espessura de parede de 2 mm. O fluido farmacêutico e o ar ambiente estão, respectivamente, nas temperaturas de 6°C e 23°C, enquanto os coeficientes convectivos interno e externo são  $400\text{W/(m}^2\text{.K)}$  e  $6\text{W/(m}^2\text{.K)}$ , respectivamente.

- Qual é o ganho de calor por unidade de comprimento do tubo?
- Qual é o ganho de calor por unidade de comprimento, se uma camada de 10 mm de isolante de silicato de cálcio ( $k_{iso} = 0,050 \text{ W/(m.K)}$ ) for colocada sobre a superfície externa do tubo?

**Exercício 6:** Uma sonda criocirúrgica esférica pode ser introduzida em tecidos doentes com o propósito de congelar e dessa maneira destruir o tecido. Considere uma sonda com 3 mm de diâmetro cuja superfície é mantida a  $-30^{\circ}\text{C}$  quando introduzida em um tecido que se encontra a  $37^{\circ}\text{C}$ . Uma camada esférica de tecido congelado se forma ao redor da sonda, com uma temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  na fronteira (interface) entre os tecidos congelado e normal. Se a condutividade térmica do tecido congelado é de aproximadamente  $1,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  e a transferência de calor na fronteira entre as fases pode ser caracterizada por um coeficiente convectivo efetivo de  $50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , qual é a espessura da camada de tecido congelado?