

# RESPOSTAS EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO – AULA 06

1) Defina: a) Transferência de calor por condução; b) Transferência de calor por convecção (natural e forçada); c) Transferência de calor por radiação.

(Vide material didático)

2) O que é camada limite a) Fluidodinâmica, Térmica e de Massa?

a) Camada limite fluidodinâmica é uma fina camada de fluido viscoso próximo à superfície sólida de uma parede em contato com um fluido escoando onde, dentro de sua espessura  $\delta$ , a velocidade do fluido varia de 0 até 99% a velocidade do fluido em escoamento livre (Fig. 1).

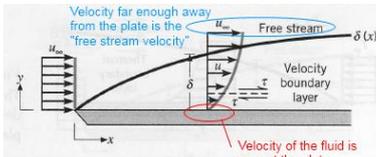


FIGURE 6.1 Velocity boundary layer development on a flat plate.

b) Camada limite térmica é uma região próxima a uma superfície sólida de um fluido escoando, onde as temperaturas do fluido são diretamente afetadas pelo aquecimento ou resfriamento da superfície onde, dentro de sua espessura a temperatura varia da temperatura da parede até 99% da temperatura no seio do fluido escoando (Fig. 2). Possui similaridade com a camada limite hidrodinâmica, porém no geral não são coincidentes.

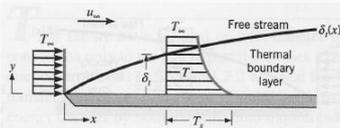


FIGURE 6.2 Thermal boundary layer development on an isothermal plate.

c) Camada limite de concentração corresponde a região próxima a uma superfície sólida ou líquida em contato com um fluido escoando (A) onde se desenvolve um perfil de concentrações causado pela evaporação/sublimação/dissolução de uma espécie B. Sua espessura varia até o ponto onde a diferença de concentração entre o fluido e a superfície atinge 99% do valor correspondente ao valor da diferença entre o seio do fluido e a superfície (Fig. 3).

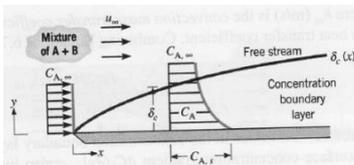
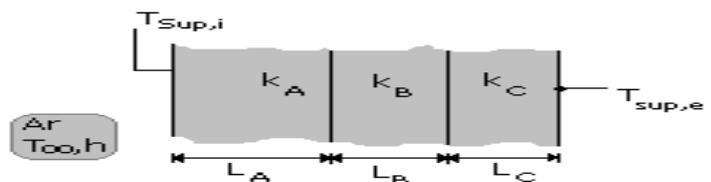


FIGURE 6.3 Species concentration boundary layer development on a flat plate.

3) A parede composta de um forno possui três materiais, dois dos quais com condutividade térmica,  $k_A=20W/(mK)$  e  $k_C=50W/(mK)$ , e espessura  $L_A=0,30m$  e  $L_C=0,15m$  conhecidas. O terceiro material,  $B$  que se encontra entre os materiais  $A$  e  $C$  possui espessura  $L_B=0,15m$  conhecida, mas sua condutividade térmica  $k_B$  é desconhecida. Sob condições de operação em regime estacionário, medidas revelam uma temperatura na superfície externa do forno de  $T_{s,e}=20^\circ C$ , uma temperatura na superfície interna de  $T_{s,i}=600^\circ C$  e uma

temperatura do ar no interior do forno de  $T_\infty=800^\circ C$ . O coeficiente convectivo interno  $h$  é conhecido, sendo igual a  $25W/(m^2K)$ . Qual é o valor de  $k_B$ ?



R. Calor que atravessa a parede composta = calor transferido pelo fluido (convecção)

$$k_B = 1.53W/m.K$$

4) Um tubo de aço com 5cm de diâmetro interno e 7,6 cm de diâmetro externo, tendo  $k=15W/(m^{\circ}C)$ , está recoberto por uma camada isolante de espessura  $t=2cm$  e  $k=0,2W/(m^{\circ}C)$ . Um gás, aquecido a  $T_a=330^{\circ}C$ ,  $h_a=400W/(m^2^{\circ}C)$ , flui no interior do tubo. A superfície externa do isolante está exposta ao ar mais frio a  $T_b=30^{\circ}C$  com  $h_b=60W/(m^2^{\circ}C)$ .

- Calcule a perda de calor do tubo para o ar ao longo de  $H=10m$  do tubo.

- Calcule as quedas de temperatura resultantes das resistências térmicas do escoamento de gás quente, do tubo de aço, da camada isolante e do ar externo.

a)  $\therefore q = 7.452,2W$

b)  $(T_1 - T_2) = 11,9^{\circ}C$

$(T_2 - T_3) = 3,3^{\circ}C$

$(T_3 - T_4) = 250,8^{\circ}C$

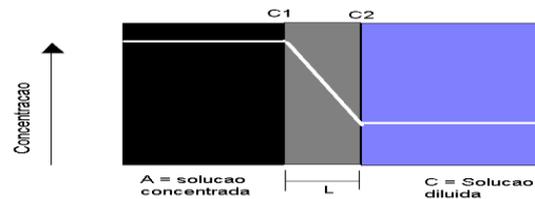
$(T_4 - T_5) = 34,1^{\circ}C$

5) O que é um trocador de calor? Cite exemplos de trocadores de calor comumente utilizados em indústrias químicas e farmacêuticas.

6) Defina} a) transferência de massa. é o processo onde ocorre passagem de uma ou mais espécies químicas presentes em um meio sólido, líquido ou gasoso, da maior para a menor concentração.

B) Quais os mecanismos principais de transferência de massa? Os mecanismos principais de transporte de massa são a difusão molecular e a convecção (natural ou forçada).

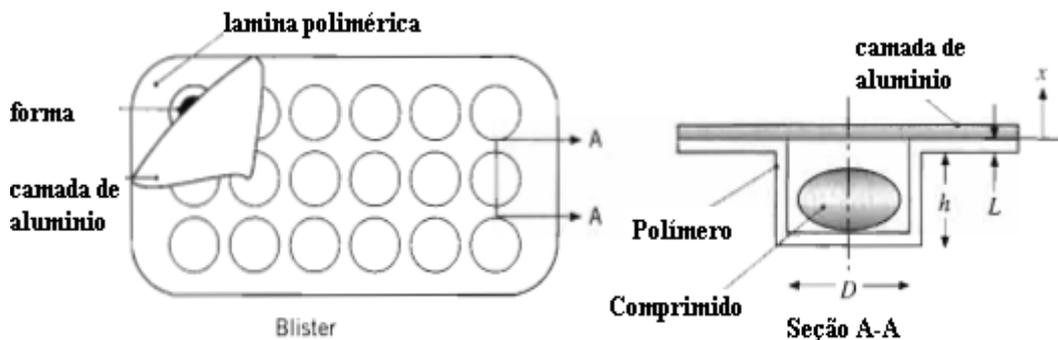
8) Um determinado soluto possui  $D = 1,95 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  a 25 °C. Considere um sistema similar a Fig. a seguir. Sabe-se que a concentração em um ponto de referência  $x = 0,2 \text{ cm}$  é 0,040 molar, e de 0,030 molar em  $x = 0,25 \text{ cm}$ . Calcule a quantidade de soluto que atravessa uma membrana de  $1 \text{ cm}^2$  por unidade de tempo.



$N_A = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ moles/s}$

7) A eficácia de produtos farmacêuticos é reduzida pela exposição prolongada à alta temperatura, luz e umidade. Para produtos sensíveis à umidade que estejam na forma de comprimidos ou de cápsulas e que possam ser armazenados em ambientes úmidos, como por exemplo em gabinetes para medicamentos localizados dentro de banheiros, a embalagem em “blísteres” é frequentemente utilizada para evitar a exposição direta do medicamento à umidade até seu uso.

Considerando comprimidos armazenados em “blisters” compostos de uma base aluminizada e de uma segunda lâmina polimérica com compartimentos individuais para cada comprimido. A espessura da lâmina polimérica é de 50 μm. Cada compartimento possui diâmetro D de 5 mm e profundidade h = 3 mm. O coeficiente de difusão binária para o vapor de água no polímero é  $D_{AB}=6 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$ , enquanto pode-se assumir que a base aluminizada é impermeável ao vapor de água. Assumindo-se que a concentração molar do vapor de água nas superfícies interna e externa da lâmina polimérica é de  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$  e de  $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$ , respectivamente, determina a taxa de transferência de vapor de água através da parede do blister.



$N_A = 3,204 \times 10^{-16} \text{ kmol/s}$