

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Instituto de Química
Lista de Exercícios 2 de Fenômenos de Transporte 3

Curso: Engenharia Química

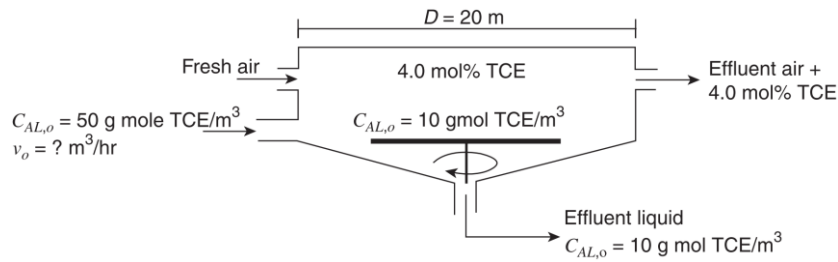
Prof. Dyrney Araújo dos Santos

site: www.dyrney.com

Exercício 1: A superfície de um componente de aço macio geralmente é endurecida pela colocação do componente em um material carbonoso em um forno a uma temperatura elevada durante um tempo predeterminado. Considere tal componente com concentração inicial uniforme de carbono de 0,15%, em massa. O componente é, então, colocado no material carbonoso em um forno a alta temperatura. O coeficiente de difusão do carbono em aço na temperatura do forno é $4,8 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, e a concentração de equilíbrio do carbono no ferro na interface é determinada a partir dos dados de equilíbrio como sendo 1,2%, em massa. Determine quanto tempo o componente deverá ser mantido no forno para que a concentração de massa do carbono a 0,5 mm abaixo da superfície chegue a 1%, em massa.

Exercício 2: Considere um tablete de gel, de forma retangular, tendo uma espessura de 0,652 cm e uma largura de 1,0 cm, carregada com a droga Dramim. Para uma dosagem total da droga de 41,7 mg, a concentração inicial da droga Dramin (soluto A) no grão (B) é de $64,0 \text{ mg}/\text{cm}^3$. A concentração da droga na superfície exposta da placa é mantida em zero para prover um sorvedouro constante para a transferência de massa. O coeficiente de difusão da droga no gel é $3,0 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$. Qual é a concentração residual da droga no centro do tablete após decorridas 96 horas? (**Obs.: despreze a resistência convectiva frente à resistência difusiva**).

Exercício 3: Considere o processo de tratamento de água mostrado na figura a seguir. Nesse processo, água residuária, contendo uma concentração de TCE dissolvido de $50 \text{ mol}/\text{m}^3$, entra em um clarificador que é essencialmente um tanque raso de mistura perfeita, com uma superfície líquida exposta. O diâmetro global do tanque é 20,0 m e a altura máxima do líquido no tanque é 4,0 m. O clarificador é fechado de modo a conter os gases que são emitidos da água residuária. Ar fresco é soprado para esse tanque, de modo a retirar do clarificador os gases emitidos, que são levados para um incinerador. O teor de TCE foi medido nas amostras da fase gasosa do efluente e da fase líquida do efluente. A composição de TCE no gás efluente é 4,0% em mol, enquanto a concentração de TCE dissolvido da fase líquida do efluente é $10 \text{ mol de TCE}/\text{m}^3$ de líquido. O clarificador opera a 1,0 atm e a uma temperatura constante de 20°C . Em estudos independentes em uma planta-piloto para transferir a espécie TCE, o coeficiente de transferência de massa no filme de líquido para o clarificador foi de $k_x = 200 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, enquanto o coeficiente de transferência de massa no filme gasoso para o clarificador foi de $k_y = 0,1 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$. Os dados de equilíbrio para o sistema ar-TCE-água a 20°C está representado pela lei de Henry da forma $P_{A,i} = H \cdot X_{A,i}$, com $H = 550 \text{ atm}$. Considerar que a concentração molar da mistura, fase líquida, no interior do clarificador seja de $C_L = 66 \text{ g}/\text{m}^3$.



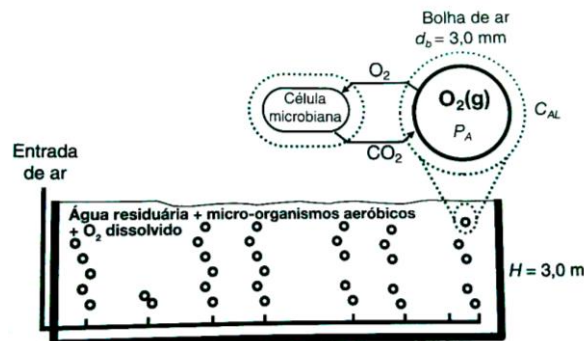
- Qual é o coeficiente global de transferência de massa baseado na fase líquida (K_L)?
- Qual é o fluxo de TCE proveniente da superfície líquida do clarificador?
- Desenvolva um modelo de balanço de massa, em regime estacionário e mistura perfeita, para o processo. Qual é a taxa volumétrica de água residuária, v_o (em unidades de m^3/h), necessária para assegurar que a concentração de TCE no efluente líquido é $C_{AL} = 10 \text{ mol de TCE}/m^3$?

Exercício 4: Estime a distância que uma gota esférica de água líquida, originalmente com 1,0 mm de diâmetro, deve cair no ar seco e parado (sorvedouro “infinito”), a 323 K, de modo que seu volume seja reduzido em 50%. Admita que a velocidade média da gota durante a queda seja igual a 3,62 m/s e que a temperatura da água permaneça igual a 293 K.

Considere as seguintes propriedades na temperatura média do filme (308 K): $D_{AB} = 2,73 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ (difusividade do vapor de água no ar); $\mu_{\text{ar}} = 1,91 \times 10^{-5} \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$; $\rho_{\text{ar}} = 1,14 \text{ kg}/\text{m}^3$. Considerar “ausência de efeitos da convecção natural de massa”.

OBS: o k_c deve ser calculado com base no diâmetro médio da gota.

Exercício 5: Um reservatório de retenção, contendo uma suspensão de micro-organismos aeróbicos, é usado para degradar biologicamente materiais orgânicos dissolvidos em água residuária, como mostrado na figura abaixo. O reservatório tem 15 m de diâmetro e 3,0 m de profundidade. No momento, não há entrada ou saída de água residuária. O processo utiliza um arranjo de aspersores de ar, uniformemente distribuídos sobre a base do reservatório, para injetar bolhas de ar, com diâmetro de 3,0 mm (0,003 m), na água residuária. As bolhas ascendentes misturam a fase líquida. Somente uma pequena porção do gás O_2 dentro das bolhas de ar (pressão parcial do O_2 igual a 0,21 atm) realmente se dissolve no líquido. O oxigênio dissolvido é então consumido pelos micro-organismos. A retenção do gás no reservatório aerado (ϕ_g) é $0,005 \text{ m}^3$ de gás/ m^3 de líquido na taxa presente de aeração. O processo de transferência de massa entre as fases líquido-gás é 100% controlada pela fase líquida.



Estamos interessados em satisfazer a demanda biológica de oxigênio, ou DBO, associada ao processo de degradação biológica. A DBO é expressa em termos da taxa molar de consumo de O_2 dissolvido por unidade de volume de líquido, tendo unidades de mol de $O_2/(s.m^3)$.

Se a concentração do oxigênio dissolvido tiver de ser mantida em não menos que $0,05 \text{ mol de } O_2/m^3$, qual o valor da DBO para manter o reservatório aerado?

OBS: Na temperatura do processo de 25°C , a constante da lei de Henry para o gás O_2 dissolvido na água (representada aqui por $P_{A,i} = H.C_{A,i}$) é $H = 0,78 \text{ atm.m}^3/\text{mol}$, o coeficiente de difusão molecular do O_2 dissolvido em água é $D_{AB} = 2,1 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ (A: O_2 dissolvido, B: água), a densidade da água líquida é $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ e a viscosidade da água é $\mu_{\text{água}} = 825 \times 10^{-6} \text{ kg/(m.s)}$; a 25°C e $1,0 \text{ atm}$, a densidade do ar é $\rho_{\text{ar}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$.