

Problema 5.1

Pretende-se operar um fermentador cilíndrico a uma temperatura de 40°C e a uma taxa de arejamento de $0.02 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$. Considerando que o fermentador tem um diâmetro interno de 40 cm, uma altura de 2 m e um diâmetro de orifício de passagem de ar com 0.65 mm, calcule:

- A velocidade máxima de transferência de oxigénio para o meio de cultura com as seguintes características:

Densidade do meio de cultura = 1 g cm^{-3}

Viscosidade do meio de cultura = $1.5 \times 10^{-2} \text{ g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Tensão superficial = 72 g s^{-2}

Densidade do gás = $1.4 \times 10^{-3} \text{ g cm}^{-3}$

Difusividade do oxigénio = $2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$

Concentração de equilíbrio do oxigénio no meio líquido a 40°C = 1.03 mM

Nota – Utilize a lei de Newton no cálculo da velocidade terminal:

$$V_t = \sqrt{\frac{3.33g\Delta\rho}{\rho_L}} D_p$$

Problema 5.2

Um fermentador de 20 m³ de volume útil é utilizado para produção de penicilina. Determine qual a velocidade de consumo de glucose.

Dados:

Diâmetro do fermentador = 2.4 m

Diâmetro do agitador = 0.8 m

Velocidade do agitador = 2.5 rps

Número de pás = 8

Densidade do meio de fermentação = $1.2 \times 10^3 \text{ Kg.m}^{-3}$

Constante m' da equação de Michell e Miller para uma turbina de 8 pás: $m' = 0.619$

Taxa de arejamento = 1 vvm

Força motriz para transferência de massa = $6 \times 10^{-3} \text{ Kg m}^{-3}$

Velocidade específica de consumo de oxigénio = $0.65 \text{ mmol Kgcel}^{-1}\text{s}^{-1}$

Velocidade específica de consumo de glucose = $1.0 \text{ Kg Kgcel}^{-1} \text{ h}^{-1}$

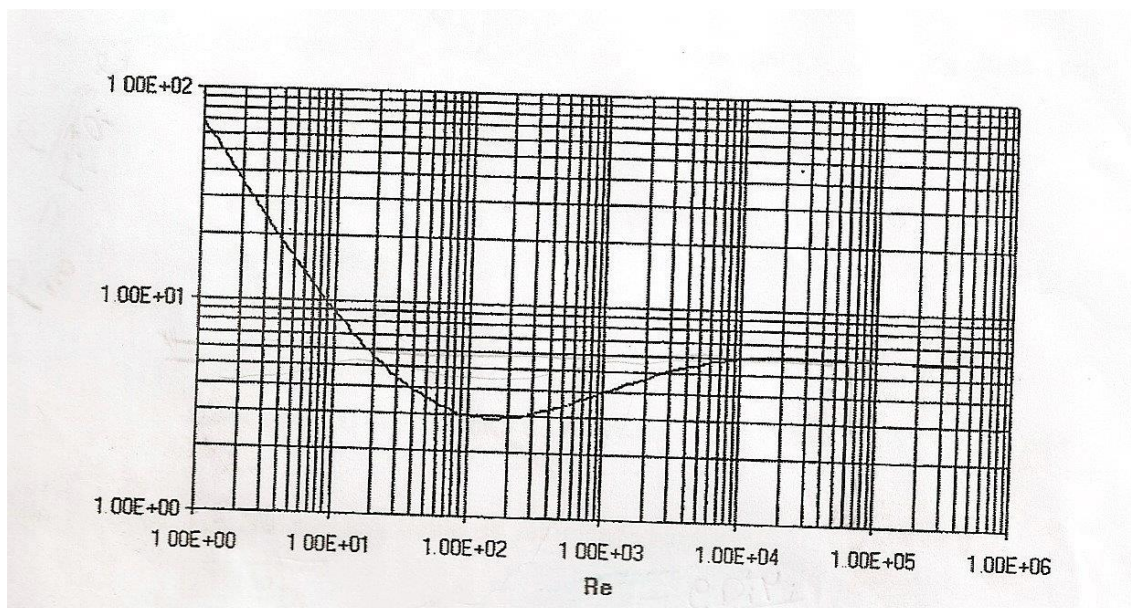
Viscosidade do meio de fermentação = $0.1 \text{ Kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$

Considere ainda que $K_{La}' = 2 \times 10^{-3} (\text{Pa/V})^{0.6} (\text{Vs})^{0.667}$

Onde Pa/V = potencia por unidade de volume (hp/m^3 ; 1 hp = 735.5 watt)

V_s = velocidade superficial de arejamento(cm min^{-1})

$[K_{La}] = \text{s}^{-1}$



Problema 5.3

Um fermentador de 50 m³ e uma altura de 2 m é operado a 40°C com um caudal de alimentação de 10 m³h⁻¹. O arejamento é feito com ar atmosférico (diâmetro do orifício do dispersor (d) = 0,065 cm; tensão superficial do gás (σ) = 72 g/s²; densidade do gás = 1,4 mg/cm³). A solubilidade do oxigénio no meio líquido à temperatura de processo é de 1.03 mM.

Sabendo que a concentração celular no fermentador é de 8.43 g l⁻¹ e que Y_{x/o2} = 0.4 (w/w):

- Calcule a velocidade de consumo de oxigénio pelos microorganismos.
- Sabendo que a concentração de oxigénio no meio é de 0.05 mM e que a solubilidade do oxigénio no meio de fermentação é de 1.03 mM, em estado estacionário, calcule a taxa de arejamento (=nFo/V_L) em vvm que é necessária para garantir que a velocidade de transferência é igual à velocidade de consumo de oxigénio.

meio de cultura: densidade (ρ) = 1 g/cm³; viscosidade (μ) = 1.5 × 10⁻² gcm⁻¹s⁻¹

densidade do ar = 1.4 × 10⁻³ g/cm³ ; D_{O2} = 2 × 10⁻⁵ cm²/s

Formulário:

$$\frac{K_L D_p}{D_{O_2}} = 0.42 \left(\frac{D_p^3 \rho_L \Delta \rho g}{\mu_L^2} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu_L}{\rho_L D_{O_2}} \right)^{0.5}$$

$$V_t = \sqrt{\frac{3,33 g \Delta \rho}{\rho_L}} D_p$$

$$D_p = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot \sigma \cdot d}{g \cdot \Delta \rho}}$$

$$a' = \frac{n F_0}{V_L} \cdot t_b \cdot \frac{6}{D_p}$$

$$t_b = \frac{h}{V_t}$$