

Centrale Pékin

Génie des Procédés

Corrigé Exercice 3

1^{ère} question

1. $q C_{MO}^0 = q C_{MO}^f + r V$

2. Avec les valeurs numériques données dans l'énoncé, on trouve $r = 46,9 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$

3. *Quantité de MO consommée par unité de volume et de temps :*

$$q (C_{MO}^0 - C_{MO}^f) = r V = 900 \text{ g/h}$$

Quantité de O₂ consommées par unité de volume et de temps :

$$\alpha q (C_{MO}^0 - C_{MO}^f) = \alpha r V = 990 \text{ g/h, d'après la définition du rendement.}$$

4. *Volume du réacteur*

$$V = \frac{q [C_{MO}^0 - C_{MO}^f]}{r} = 19,2 \text{ L}$$

2^{ème} question

1. La quantité de MO consommée par unité de temps est la même que précédemment, 990 g/h.

La quantité entrante de O₂ par unité de temps est :

$$q C_{O_2,liq}^0 + G C_{O_2,gaz}^0 = 2900,6 \text{ g/h}$$

La quantité consommée par unité de temps représente donc 34% de la quantité entrante par unité de temps. Ce n'est pas du tout négligeable.

2. Même bilan que précédemment : $q C_{MO}^0 = q C_{MO}^f + r V$

3. Bilan sur O₂ :

Deux entrées (gaz+liquide), deux sorties (gaz+liquide) et un terme de consommation par la réaction chimique

$$q C_{O_2,liq}^0 + G C_{O_2,gaz}^0 = q C_{O_2,liq}^f + G C_{O_2,gaz}^f + \alpha r V$$

4. Calcul de $C_{O_2\text{gaz}}^f$

$$C_{O_2\text{gaz}}^f = C_{O_2\text{gaz}}^0 + \frac{q}{G} C_{O_2\text{liq}}^0 - \frac{q}{G} C_{O_2\text{liq}}^f - \frac{\alpha r V}{G} = 0,191 \text{ g/L}$$

5. Retour au bilan sur MO pour calculer le volume

Calcul de r avec les valeurs numériques : $r = 35,7 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$

$$V = \frac{q [C_{MO}^0 - C_{MO}^f]}{r} = 25,2 \text{ L}$$

3^{ème} question

1. Quantité de MO consommée par unité de temps

$$q (C_{MO}^f - C_{MO}^{ff}) = 90 \text{ g/h} \quad \text{avec } C_{MO}^f = 1 \text{ g/L et } C_{MO}^{ff} = 0,1 \text{ g/h}$$

Quantité de O_2 consommée par unité de temps

$$\alpha q (C_{MO}^f - C_{MO}^{ff}) = 99 \text{ g/h}$$

2. Quantité d'oxygène entrante :

$$q C_{O_2\text{liq}}^f + G C_{O_2\text{gaz}}^0 = 2320,1 \text{ g/h}$$

La quantité de O_2 consommée 99 g/h ne représente que 4,3% ; on peut donc considérer que l'air est en excès.

3. Avec les données $C_{MO}^{ff} = 0,1 \text{ g/L}$; $C_{O_2\text{liq}}^{ff} = 0,006 \text{ g/L}$ on trouve :

$$r = 4,97 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

4. Le volume V' est donc égal à

$$V' = \frac{q [C_{MO}^f - C_{MO}^{ff}]}{r'} = 18,1 \text{ L}$$

4^{ème} question

1. Dans le cas du système à deux réacteurs on trouve un volume $V + V' = 25,2 + 18,1$

$$V_{\text{total}} = 43,4 \text{ L}$$

Pour un seul réacteur passant de 10 à 0,1 g/L et une concentration de O_2 dans le liquide sortant (donc dans le réacteur) de 0,006 g/L :

$$r = 4,97 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

La quantité de MO à transformer par unité de temps est de $q (C_{MO}^0 - C_{MO}^{ff}) = 990 \text{ g/h}$.

$$\text{Donc } V = 990/4,97 = 199 \text{ L.}$$

Le système à deux réacteurs est préférable en termes de volume total.

2. La vitesse de la réaction augmente avec C_{MO} dans l'intervalle considéré comme on peut le voir :

$$r = 5,0 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ pour } C_{MO}^{ff} = 0,1 \text{ g/L}$$

$$r = 46,9 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ pour } C_{MO}^{ff} = 1 \text{ g/L}$$

Dans le cas d'un seul réacteur la vitesse est $5,0 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ puisque la concentration de MO dans ce réacteur est $0,1 \text{ g/L}$. Alors que dans le cas de deux réacteurs, le premier fonctionnera avec une vitesse de $46,9$ puisque la concentration de MO dans ce réacteur est 1 g/L . Il est donc logique que le volume total soit plus faible.

En raisonnant par extension, trois réacteurs seront meilleurs que deux etc.

Le volume minimal sera obtenu avec une infinité de réacteurs très petits, c'est le modèle du réacteur tubulaire.