

Travaux dirigés CC4

Réacteurs ouverts

CC4.1. Dimensionnement d'un réacteur

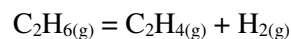
Dans un RPAC, on effectue la réaction en phase liquide $2A = B$ qui a pour loi de vitesse $v = k.[A]^2$. On introduit la solution de A de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ avec un débit volumique de $0,20 \text{ L.s}^{-1}$.

Évaluer le volume du réacteur pour obtenir un taux de conversion de 80%

Données : $k = 1,5 \text{ mol}^{-1}.\text{L.s}^{-1}$

CC4.2. Pyrolyse de l'éthane

Dans un RPAC de volume 120 cm^3 , à 1000 K , on étudie la réaction de pyrolyse :



Le débit volumique est de $1 \text{ cm}^3.\text{s}^{-1}$, identique en entrée et en sortie de réacteur. On mesure un taux de conversion de 94%.

1. Comment peut-on prouver que la réaction est d'ordre 1 par rapport à l'éthane ?
2. En admettant que la réaction est bien d'ordre 1, évaluer la constante de vitesse de la réaction.

CC4.3. Réactions jumelles

On introduit dans un RPAC par deux entrées $A_{(l)}$ et $B_{(l)}$ avec des débits d'entrée égaux $Q_{A,e} = Q_{B,e} = 5,0 \text{ L.min}^{-1}$ et des concentrations égales $C_{A,e} = C_{B,e} = 20 \text{ mol.L}^{-1}$. A et B réagissent par deux réactions jumelles :



Les lois de vitesse de ces deux réactions sont :

$$v_1 = k_1 C_A C_B^{0,3}$$

$$v_2 = k_2 C_A^{0,5} C_B^{1,8}$$

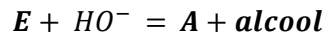
(en $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$), avec $k_1 = 1 \text{ mol}^{-0,3}.\text{L}^{0,3}.\text{min}^{-1}$ et $k_2 = 1 \text{ mol}^{-1,3}.\text{L}^{1,3}.\text{min}^{-1}$.

On veut produire la quantité maximale de R pour une conversion de A et de B de 90%.

1. Évaluer le volume du réacteur nécessaire pour obtenir cette conversion.
2. Évaluer le débit molaire de R et S à la sortie. Est-ce en accord avec les objectifs ?

CC4.4. Comparaison de réacteurs

Un acide gras insaturé **A**, est obtenu par saponification d'un ester **E** en présence d'un excès de soude en phase liquide. Cette transformation est modélisée par l'équation suivante :



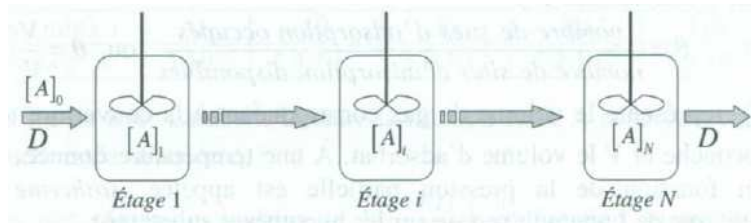
En présence d'un excès de soude, la vitesse de réaction est d'ordre 1 par rapport à l'ester, avec une constante de vitesse apparente $k_{app} = k.[HO^-]_0 = 6,0.10^{-2} \text{ min}^{-1}$.

1. Dans un premier temps, on emploie un réacteur fermé contenant $V = 40 \text{ L}$ de mélange homogène. Quelle doit être la durée de l'opération pour obtenir un taux de conversion égale à 98%.
2. On désire cette fois traiter $Q_v = 40 \text{ L.h}^{-1}$ de solution dans un réacteur ouvert agité parfaitement continu pour obtenir un taux de conversion de 98%. Quel doit être le volume du réacteur ? Calculer le temps de passage.
3. Comparer les deux méthodes.

CC4.5. RPAC en série

On considère la réaction suivante $A \xrightarrow{k} \text{produits}$ d'ordre 1. Cette réaction a lieu dans un réacteur isotherme constitué de N étages identiques, de volume réactionnel V et parfaitement agité. Le réacteur est alimenté en permanence à débit volumique constant Q_v par une solution de A de concentration $[A]_0$.

En régime permanent, on constate que les concentrations $[A]_1, \dots, [A]_i, \dots, [A]_N$ en A dans les étages 1... i ... N sont constantes dans le temps.



1. À partir d'un bilan de matière, trouver la relation liant $[A]_{i-1}$ et $[A]_i$.
2. On pose $\tau = \frac{V}{Q_v}$. Quelle est la signification physique de ce paramètre ?
3. Calculer le nombre d'étages à utiliser pour que le taux de conversion de A soit supérieur ou égal à 80% à la sortie du réacteur.
4. Quel serait le volume V' d'un réacteur à un seul étage réalisant le même taux de conversion ?

Données :

$V = 50 \text{ L}$; $Q_v = 10 \text{ L/min}$; $[A]_0 = 1 \text{ mol/L}$ et le temps de demi-réaction $\tau_{1/2} = 13 \text{ min}$.