EXO1: Série 3

$A + B \longrightarrow P$, ℓ liq, R.A.F. (reacteur batch).

à $t=0$ $\begin{cases} C_{A_0} = 10^{-2} M \\ C_{B_0} = 10^{-2} M. \end{cases}$; réaction d'ordre 1 / chaque réactif $n = 2$. $r = k C_A C_B$

$\begin{cases} r = -r_A = k C_A C_B. \\ k = 500 L/mol \cdot min. \end{cases}$ $r = +\frac{r_A}{\nu_A} \Rightarrow r_A = -r$ car $\nu_A = -1$

1- Le temps de Séjour pour $X_A = 0{,}9$ (conversion de 90% de A).

A partir du BM : $\frac{dn_A}{dt} = r_A \cdot V$.

$\begin{cases} n_A = n_{A_0} - n_{A_0} X_A & \text{car } n_j = n_{j_0} + \nu_j \frac{n_{A_0} X_A}{-\nu_A} \quad \text{Avec } j = A \\ dn_A = - n_{A_0} dX_A & ; \; V = cte \text{ car liq : et } r_A = -k C_A C_B. \end{cases}$

$\begin{cases} C_A = \frac{n_A \rightarrow var}{V \leftarrow cte} = \frac{n_{A_0} - n_{A_0} X_A}{V} = C_{A_0} - C_{A_0} X_A. \\ C_B = \frac{n_B \leftarrow var}{V \leftarrow cte} = \frac{n_{B_0} - n_{A_0} X_A}{V} = C_{B_0} - C_{A_0} X_A \\ \qquad = C_{A_0} - C_{A_0} X_A \quad \text{car } C_{B_0} = C_{A_0} \end{cases}$

Donc

$\begin{cases} C_A = C_{A_0}(1 - X_A) \\ C_B = C_{A_0}(1 - X_A) \quad \text{car } C_{A_0} = C_{B_0}. \end{cases}$

$$\frac{dn_A}{dt} = r_A V \Rightarrow -\frac{n_{A_0} dX_A}{dt} = -k C_A \cdot C_B \cdot V = -k C_{A_0}(1-X_A) C_{A_0}(1-X_A) \cdot V$$

$$dt = \frac{-n_{A_0} dX_A}{V k C_{A_0}^2 (1-X_A)^2} \Rightarrow dt = \frac{C_{A_0} dX_A}{k C_{A_0}^2 (1-X_A)^2}$$

$$\Rightarrow \int_0^{t_s} dt = \frac{1}{k C_{A_0}} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)^2}$$

Mais (Maths) : $\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)^2} = \frac{X_A}{1-X_A}$

de ce fait $t_s = \frac{1}{k\, C_{A0}}\left(\frac{X_A}{1-X_A}\right)$ ...

A.N : $t_s = \frac{1}{500 \cdot 10^{-2}}\left(\frac{0,9}{1-0,9}\right) \Rightarrow \boxed{t_s = 1,8\,\text{min}}$

2- Calcul du volume du réacteur à écoulement piston (R.E.P) pour $X_A = 0,9$ et un débit d'alimentation $Q_0 = 3\,l/h$. pour $C_{A0} = C_{B0} = 10^{-2} M$.

Pour un réacteur à écoulement piston :

$$\tau_{REP} = \frac{V_R}{Q_0} = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A}$$

et en phase liquide

dans un réacteur agité fermé $t_s = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A}$

$$\Rightarrow t_s = \tau_{REP} = \frac{V_R}{Q_0} \Rightarrow V_R = \tau_{REP} \cdot Q_0 = \frac{1,8 \cdot 3}{60} = 0,09\,l$$

Rappels théoriques

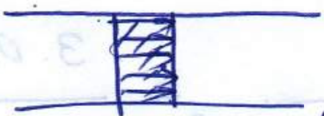
à partir du bilan de matière dans un R.A.F.

on trouvera. $\begin{cases} t_s = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A} & \ldots \varphi_{liq} \\ t_s = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{\beta(1+\varepsilon_A X)(-r_A)} & \varphi_{gaz} \end{cases}$

ou

$\begin{cases} t_s = C_0 \int_0^{X} \frac{dX}{r} & \varphi_{liq} \\ t_s = C_0 \int_0^{X} \frac{dX}{\beta(1+\varepsilon X)(r)} & \varphi_{gaz} \end{cases}$

Pour un R.E.P.



Conduite (réacteur pis

B.M

$r_j = \dfrac{dF_j}{dV_R}$; $j = A$

$r_A = \dfrac{dF_A}{dV_R} \Rightarrow \int_0^{V_R} dV_R = \int_{F_{A0}}^{F_A} \dfrac{dF_A}{r_A}$ et $F_A = F_{A0} - F_{A0} X_A$

F_A : Debit molaire de A

V_R : volume du réacteur

$dF_A = - F_{A0} dX_A$

$$\Rightarrow V_R = - F_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{r_A} \Rightarrow V_R = F_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)}$$

$F_{A0} = Q_0 C_{A0}$ $\quad Q_0$: Debit volumique

$$\Rightarrow V_R = Q_0 C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)} \Rightarrow \boxed{\tau_{REP} = \frac{V_R}{Q_0} = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A} = C_0 \int_0^{X} \frac{dX}{r}}$$

avec τ_{REP} : temps de passage d'un R.E.P

3- Le volume du réacteur agité ouvert fonctionnant dans les mêmes conditions valable. $\varphi_{liq} + \varphi_{gaz}$

$X_A = 0{,}9$ et $\tau_{RAO} = 1{,}8$ min

Le temps de passage

$$\boxed{\tau_{R.A.O} = \frac{V_R}{Q_0} = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A} = \frac{C_0 X}{r}}$$

$\tau_{R.A.O}$: temps de passage d'un réacteur agité ouvert.

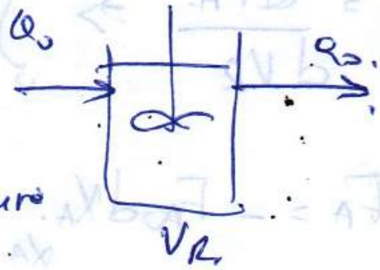
$$\tau_{R.A.O} = \frac{V_R}{Q_0} = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A} = \frac{C_{A0} X_A}{k C_A C_B} = \frac{C_{A0} X_A}{k C_{A0}(1-X_A) C_{A0}(1-X_A)}$$

$$\tau_{R.A.O} = \frac{V_R}{Q_0} = \frac{X_A}{k C_{A0} (1-X_A)^2} \Rightarrow \boxed{V_R = \frac{Q_0 X_A}{k C_{A0} (1-X_A)^2}}$$

A.N: $V_R = \dfrac{\frac{3}{60} \cdot 0,9}{500 \cdot 10^{-2}\,(1-0,9)^2} = \dfrac{3 \cdot 0,9}{60 \cdot 5 \cdot 0,01} = \dfrac{2,7}{3} = 0,9\ \ell$

$\boxed{V_{R} = 0,9\,\ell}$
RAO

Rappel théorique R.A.D.



B.M
Débit entrée molaire + réaction = Débit molaire sortie

$F_{A0} + V_R \cdot r_A = F_A$

$Q_0 C_{A0} + V_R r_A = Q_0 C_A \Rightarrow C_{A0} + \dfrac{V_R}{Q_0} r_A = C_A$

$C_{A0} + \tau_{R.A.D} \, r_A = C_A \Rightarrow \boxed{\tau_{R.A.D} = \dfrac{C_{A0} - C_A}{-r_A} = \dfrac{V_R}{Q_0}}$

$C_A = C_{A0} - C_{A0} X_A \Rightarrow C_{A0} - C_A = + C_{A0} X_A$

$$\boxed{\tau_{R.A.D} = \dfrac{C_{A0} X_A}{-r_A} = \dfrac{C_0 X}{r} = \dfrac{V_R}{Q_0}}$$

Valable en φ liq + φ gaz.