EX02. φ_{gaz} : $A \longrightarrow \frac{1}{4} B + \frac{3}{2} C$. $r_A = -10\, C_A \left(\frac{mol}{l.h}\right)$.

$T = 650°c$, $P = 11{,}4\, atm$.

à t=0 Si une charge initiale de 50% de A et 50% d'inerte

1- Calcul du temps de sejour t_s pour $X_A = 0{,}75$:

R.A. F. en φ_{gaz}

$$t_s = C_{A0} \int^{X_A} \frac{dX_A}{\beta(1+\varepsilon_A X_A).(-r_A)} \quad \text{avec } -r_A = kC_A, \; +r_A = -10\, C_A$$

$$C_A = \frac{n_A}{V} = \frac{n_{A0}(1-X_A)}{v_0 \beta(1+\varepsilon_A X_A)} = \frac{C_{A0}(1-X_A)}{\beta(1+\varepsilon_A X_A)}$$

$$\Rightarrow t_s = C_{A0} \int \frac{dX_A}{\beta(1+\varepsilon_A X_A)(10.C_A)} = C_{A0} \int \frac{dX_A}{\beta(1+\varepsilon_A X_A)\, 10\, \frac{C_{A0}(1-X_A)}{\beta(1+\varepsilon_A X_A)}}$$

$$\Rightarrow t_s = \frac{1}{10} \int \frac{d.X_A}{(1-X_A)} = \frac{1}{10} \Big[-\ln(1-X_A)\Big]_0^{X_A}$$

$$\Rightarrow \boxed{t_s = -\frac{\ln(1-X_A)}{10}} = -\frac{\ln(1-0{,}75)}{10} = 0{,}1386\, h.$$

Calcul du volume du reacteur capable de traiter un flux de 10 mol/h. si le temps de cuvée est de 1/10 du temps de séjour

$$t_{Tot} = t_{cuvee} + t_{sejour} \qquad t_{cuvee} = \frac{1}{10} t_s = \frac{0{,}1386}{10} = 0{,}01386\, h$$

$$t_{Tot} = 0{,}1386 + 0{,}01386 = \boxed{0{,}1525\, h.}$$

un flux de 10 mol/h.

Pour 1h $\xrightarrow{\text{on traite}}$ 10 moles
Pour 0,1525 h $\xrightarrow{\text{on traite}}$ x moles } X moles = 1,525 moles

Pour trouver le volume du réacteur agité fermé, on utilise la loi des gaz parfait : $PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$.

$v = 1,525 . 0,082 . (650+273)/11.4 = 10,12 l$.

$\boxed{V = 10,13 l}$

2-a. Pour un réacteur à écoulement piston de débit molaire total à l'entrée (flux molaire total, $F_{tot,0}$) à $t=0$. $F_{tot,0} = 10 mol/h$
Constitué de 50% de A et 50% d'inerte, on va calculer le volume du réacteur (V_{REP}). pour une conversion de A de 75% ($X_A = 0,75$)

$F_{tot,0} = 10 mol/h$

Dans cette réaction à t=0 { 50% de A, 50% d'inerte

on a A est pur (pas d'autres réactifs) : $C_{A0} = C_0$ et $F_0 = F_{A0}$.

ici on parle de F et non de n. car { F : (débit molaire) dans un réacteur continu ; n : (nombre de moles) dans un réacteur discontinu

On a { 50% de A, 50% de Inerte } $\Rightarrow I = \frac{F_{I0}}{F_0} = \frac{50\%}{50\%} = 1$.

On a { $F_A = F_{A0} - F_{A0}X_A$ car $F_j = F_{j0} + \nu_j \frac{F_{A0}X_A}{-\nu_A}$; $F_A = F_{A0} - F_0 X$ car $F_j = F_{j0} + \nu_j F_0 X$ } pour $j = A$

$\Rightarrow F_{A0}X_A = F_0 X \Rightarrow \boxed{X_A = X}$ car $F_0 = F_{A0}$ (A est pur)

mais $\varepsilon X = \varepsilon_A X_A \Rightarrow \boxed{\varepsilon = \varepsilon_A}$; $\varepsilon = \frac{\Delta\alpha}{1+I}$. $\Delta\alpha = \frac{1}{4} + \frac{3}{2} - 1 = 0,75$ et $I = 1$

$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_A = \frac{0,75}{2} = 0,375$

$$\tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = C_{A0}\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A} = C_{A0}\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{10\,C_A} \quad car\ -r_A = 10\,C_A$$

$$C_A = \frac{F_A}{Q}, \text{ en } \varphi \text{ gaz}: C_A = \frac{F_{A0} - F_{A0}X_A}{Q_0\beta(1+\varepsilon_A X_A)} = \frac{F_{A0}(1-X_A)}{Q_0\beta(1+\varepsilon_A X_A)}$$

$\beta = 1 \left\{ \begin{array}{l} P = cte \\ T = cte \end{array} \right.$ $\beta = \frac{P_0 T}{P T_0} = 1$. $\frac{F_{A0}}{Q_0} = C_{A0}$.

$$\Rightarrow \boxed{C_A = C_{A0}\frac{(1-X_A)}{(1+\varepsilon_A X_A)}}$$ on le remplace dans τ_{REP}.

$$\tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = C_{A0}\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A} = C_{A0}\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{10\,C_{A0}\beta\frac{(1-X_A)}{(1+\varepsilon_A X_A)}}$$

$$\Rightarrow \tau_{REP} = \frac{1}{10}\int_0^{X_A} \frac{(1+\varepsilon_A X_A)}{(1-X_A)}\,dX_A \quad car\ \beta = 1.$$

Math: $\displaystyle\int_0^{X_A} \frac{1+\varepsilon_A X_A}{1-X_A} = (1+\varepsilon_A)\ln\left(\frac{1}{1-X_A}\right) - \varepsilon_A X_A \Big/_0^{X_A}$

$$\Rightarrow \tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = \frac{1}{10}\left[(1+\varepsilon_A)\ln\left(\frac{1}{1-X_A}\right) - \varepsilon_A X_A\right]$$

on remplace $\varepsilon_A = 0{,}375$ et $X_A = 0{,}75$

$$\tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = \frac{1}{10}\left[(1+0{,}375)\ln\left(\frac{1}{1-0{,}75}\right) - 0{,}375 \cdot 0{,}75\right]$$

$\boxed{\tau_{REP} = \frac{V_R}{Q_0} = 0{,}1625\,h.}$ $\Rightarrow V_{REP} = Q_0\,\tau_{REP} = 0{,}1625 \cdot Q_0$

on cherche alors Q_0 ??

à $t=0$ $F_{tot,0} = Q_0 \cdot C_{tot,0}$ avec $\left\{ \begin{array}{l} C_{tot,0} = C_0 + C_{I0} \\ \text{et } C_0 = C_{A0} \text{ car A est pur.} \end{array} \right.$

Avec: $\left\{ \begin{array}{l} F_{tot,0}: \text{flux molaire à l'entrée à } t=0 \\ Q_0: \text{débit volumique à l'entrée} \\ C_{tot,0}: \text{concentration totale à l'entrée à } t=0 \end{array} \right.$

$\Rightarrow Q_0 = \dfrac{F_{tot,0}}{C_{Tot,0}}$, mais $C_{Tot,0}$ est <u>inconnu</u>.

On a un gaz parfait, et à $t=0$. $P_{tot,0} = C_{Tot,0} \cdot R \cdot T_0$.

$\begin{cases} P_{tot,0} : \text{Pression totale à } t=0 \\ C_{tot,0} : \text{Concentration totale à } t=0. \end{cases}$

$\Rightarrow C_{tot,0} = \dfrac{P_{tot,0}}{R T_0} = \dfrac{11,4}{0,082 \cdot (650+273)} = 0,15 \text{ mol/l}$

$\Rightarrow Q_0 = \dfrac{F_{tot,0}}{C_{tot,0}} = \dfrac{10}{0,15} = 66,66 \text{ l/h}$.

$\Rightarrow V_{REP} = \tau_{REP} \cdot Q_0 = 0,1625 \cdot 66,66 = 10,83 \text{ l}$

$\boxed{V_{REP} = 10,83 \text{ l}}$

2-b- Dans le cas où il n'y a pas d'inerte $C_{I_0} = 0 \Rightarrow I = 0$.

$$\tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A} = \frac{1}{10} \int_0^{X_A} \frac{(1+\varepsilon_A X_A)}{(1-X_A)} dX_A$$

$$\tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = \frac{1}{10} \left[(1+\varepsilon_A) \ln\left(\frac{1}{1-X_A}\right) - \varepsilon_A X_A \right]$$

ici $\begin{cases} \varepsilon_A = \varepsilon = \dfrac{\Delta\alpha}{1+I} = \dfrac{0,75}{1+0} = 0,75 \text{ car } I=0 \\ X_A = 0,75 \end{cases}$

on remplace dans l'equation

$$\tau_{REP} = \frac{V_{REP}}{Q_0} = \frac{1}{10} \left[(1+0,75) \ln\left(\frac{1}{1-0,75}\right) - 0,75 \cdot 0,75 \right]$$

$\boxed{\tau_{REP} = 0,1863 \text{ h}}$

$\tau_{REP} = \dfrac{V_{REP}}{Q_0} \Rightarrow$

V_{REP} $\tau_{REP} \cdot Q_0$

Dans ce second cas: $F_{tot,0} = \cancel{F_{I_0}}^{0} + F_0 = F_0 = F_{A_0}$ car A est pur. $(F_0 = F_{A_0})$ $\Rightarrow F_{tot,0} = F_{A_0} = 10$ mol/h.

$\Rightarrow Q_0 = \frac{F_{tot,0}}{C_{tot,0}} = \frac{F_{A_0}}{C_{A_0}}$ car $C_{tot} = \cancel{C_{I_0}}^{0} + C_0$ et $C_0 = C_{A_0}$.

et de plus $P_{tot,0} = C_{tot,0} \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{tot,0} = C_{A_0} \cdot RT$

$\Rightarrow C_{A_0} = \frac{P_{tot,0}}{RT} = \frac{11,4}{0,082 \cdot 923} = 0,15$ mol/l

$\Rightarrow Q_0 = \frac{F_{A_0}}{C_{A_0}} = \frac{10}{0,15} = 66,66$ l/h, le debit volumique à l'entrée reste le même !!

$\Rightarrow V_{REP} = \tau_{REP} \cdot Q_0 = 0,1863 \cdot 66,66 = 12,42$ l.

$$\boxed{V_{REP} = 12,42\, l.}$$

3. Dans le cas d'un réacteur Agité ouvert, on calcul le volume de ce dernier dans les mêmes conditions du reacteur (REP).

3-a. dans le cas où : $\left\{ \begin{array}{l} 50\%\, A \\ 50\%\, \text{d'inerte} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} F_{tot,0} = 10 \text{ mol/h} \\ \varepsilon_A = 0,375 \\ \text{et } X_A = 0,75. \\ \beta = 1 \\ Q_0 = 66,66 \text{ l/h} \end{array} \right.$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{RAO} = \frac{V_{RAO}}{Q_0} = \frac{C_{A_0} X_A}{-r_A} \\ -r_A = 10\, C_A \text{ et } C_A = \frac{C_{A_0}(1 - X_A)}{(1 + \varepsilon_A X_A)} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \tau_{R.A.O} = \frac{V_{RAO}}{Q_0} = \frac{C_{A_0} X_A}{10\, C_A} = \frac{C_{A_0} X_A}{10\, \frac{C_{A_0}(1 - X_A)}{1 + \varepsilon_A X_A}}$$

$$\boxed{\tau_{RAO} = \frac{V_{R.A.O}}{Q_0} = \frac{X_A(1 + \varepsilon_A X_A)}{(1 - X_A)}}$$

$$\Rightarrow V_{R.A.O} = \frac{Q_0 \, (1/10) X_A (1 + \varepsilon_A X_A)}{(1 - X_A)}$$

$$V_{R.A.O} = \frac{66{,}66 \cdot 0.1 \cdot 0{,}75 (1 + 0{,}375 \cdot 0{,}75)}{1 - 0{,}75} = 25{,}62\,l.$$

$$\boxed{V_{R.A.O} = 25{,}62\,l}$$

3.a. dans le cas où $\left\{\begin{array}{l} 100\%\ A. \\ 0\%\ \text{Inerte} \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} F_{tot_i} = F_{A0} = 10\,mol/h \\ \varepsilon_A = 0{,}75. \\ X_A = 0{,}75 \\ \beta = 1 \\ Q_0 = 66{,}66\,l/h. \end{array}\right.$

$$\Rightarrow V_{R.A.O} = \frac{Q_0 \, (1/10) X_A (1 + \varepsilon_A X_A)}{(1 - X_A)}$$

$$V_{R.A.O} = \frac{66{,}66 \cdot 0.1 \cdot 0{,}75 \cdot (1 + 0{,}75 \cdot 0{,}75)}{1 - 0{,}75} = 31{,}24\,l.$$

$$V_{R.A.O} = 31{,}24\,l$$