

1) Comme on a une transformation d'ordre 1,

$$r = k [N_2O_5] = \frac{1}{-1} \frac{d[N_2O_5]}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{d[N_2O_5]}{dt} + k [N_2O_5] = 0$$

2) D'après l'équation différentielle précédente,

$$[N_2O_5]_t = A e^{-kt}$$

$$\text{à } t=0, [N_2O_5] = A = [N_2O_5]_0$$

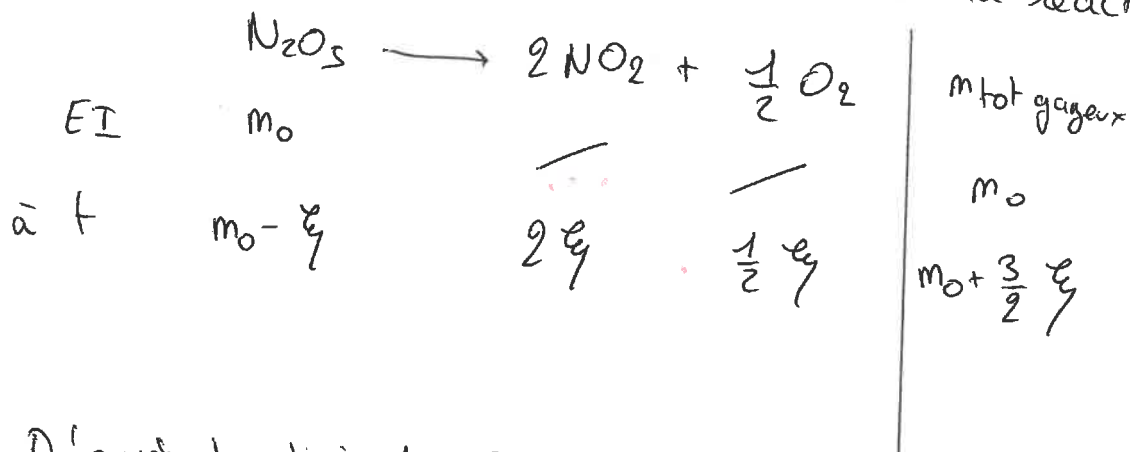
$$\Rightarrow [N_2O_5]_t = [N_2O_5]_0 e^{-kt}$$

3) On utilise la loi des gaz parfaits $PV = nRT$

$$\text{Ainsi, } P[N_2O_5] = \frac{n(N_2O_5)RT}{V} = [N_2O_5]RT = [N_2O_5]_0 e^{-kt} RT$$

$$= P_0 e^{-kt}$$

4) On fait un tableau d'avancement de la réaction:



$$\text{D'après la loi des GP: } P = \frac{m_{\text{tot gaz ex}} RT}{V} = \frac{(m_0 + \frac{3}{2}x)RT}{V}$$

$$= \frac{m_0 RT}{V} + \frac{\frac{3}{2}x RT}{V} = P_0 + \frac{\frac{3}{2}x RT}{V}$$

$$\text{Or, } [N_2O_5] = [N_2O_5]_0 e^{-kt} \Leftrightarrow V[N_2O_5] = V[N_2O_5]_0 e^{-kt}$$

$$\Leftrightarrow m_0 - \xi = m_0 e^{-kt}$$

$$\Leftrightarrow \xi = m_0 (1 - e^{-kt})$$

$$\text{Donc } P = P_0 + \frac{3}{2} m_0 (1 - e^{-kt}) RT$$

$$\text{On remplace } m_0; \quad m_0 = \frac{P_0 V}{RT}$$

$$\text{On a alors } P = P_0 + \frac{3}{2} P_0 (1 - e^{-kt})$$

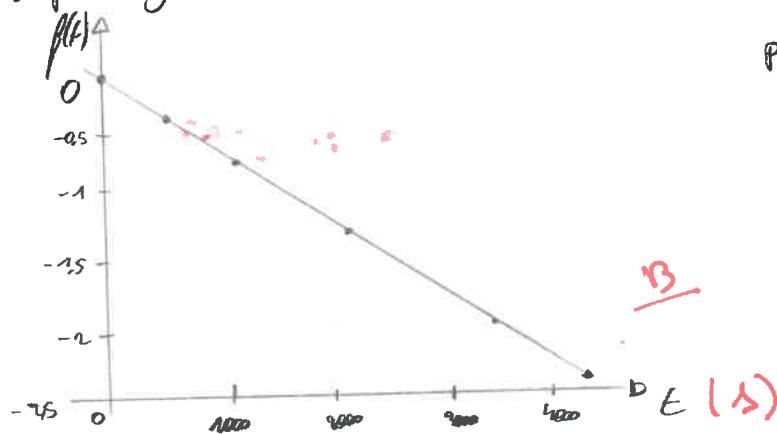
$$= \left(\frac{P_0}{2}\right) (5 - 3e^{-kt}) \quad \checkmark$$

$$5) P = \left(\frac{P_0}{2}\right) (5 - 3e^{-kt}), \text{ une équation de droite s'écrit: } f(t) = at + b$$

on cherche $f(t)$:

$$5 - \frac{2P}{P_0} = 3e^{-kt} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{1}{3}\left(5 - \frac{2P}{P_0}\right)\right) = -kt$$

On obtient par régression linéaire: de



pente: $-5,1 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$$6) k \text{ est la pente, donc } k = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1} \quad \checkmark$$

$$7) \text{ Une réaction à 95\% implique } [N_2O_5] = \frac{5}{100} [N_2O_5]_0 = [N_2O_5]_0 e^{-kt_{95}}$$

$$\text{donc } t_{95} = \frac{\ln(20)}{k} = \frac{\ln(20)}{5,1 \cdot 10^{-4}} \approx 98 \text{ min}$$

D'après la loi d'Arrhenius:

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

Pour simplifier A, on introduit k_1 et $t_{gs,1}$ pour $T_1 = 160^\circ\text{C}$
et k_2 et $t_{gs,2}$ pour T_2 recherchée

Groupe 5

$$\text{Ainsi : } \frac{k_2}{k_1} = \frac{A e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}{A e^{-\frac{E_a}{RT_1}}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{R}{E_a} \ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \Leftrightarrow T_2 = \frac{1}{\frac{1}{T_1} - \frac{R}{E_a} \ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right)}$$

$$\text{On } \frac{k_2}{k_1} = \frac{t_{gs,1}}{t_{gs,2}} = \frac{88}{30}$$

$$\text{donc } T_2 = \frac{1}{\frac{1}{273+160} - \frac{8,314}{103,10^3} \cdot \ln\left(\frac{88}{30}\right)} = \boxed{177^\circ\text{C}}$$

8) On pose $T_3 = 200^\circ\text{C}$, k_3 et $t_{1/3,3}$ les caractéristiques de la nouvelle réaction

$$\text{Pour } t_{1/3,3}, \text{ on a : } \frac{[N_2O_5]_0}{3} = [N_2O_5]_0 e^{-k_3 t_{1/3,3}}$$

$$\Leftrightarrow k_3 = \frac{\ln(3)}{t_{1/3,3}} = \frac{\ln(3)}{200} \approx 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Pour } t_{1/2,3}, \text{ on a : } \frac{[N_2O_5]_0}{2} = [N_2O_5]_0 e^{-k_3 t_{1/2,3}}$$

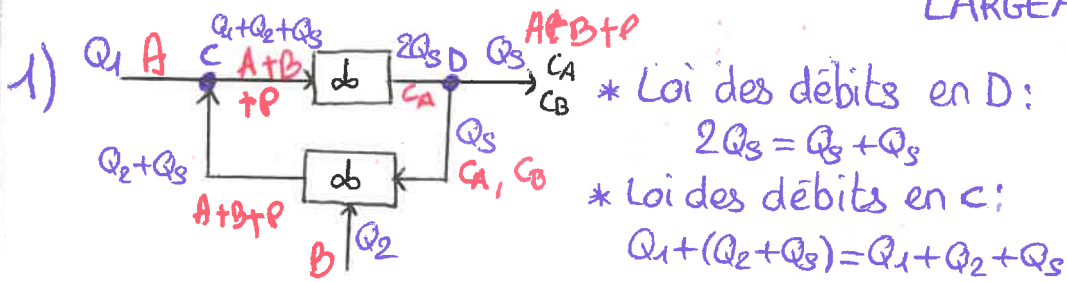
$$\Leftrightarrow t_{1/2,3} = \frac{\ln(2)}{k_3} = \frac{\ln(2)}{5,5 \cdot 10^{-3}} = 126 \text{ s}$$

Ici, rien ne dépend de la pression, donc les résultats seraient identiques

TB

Exo II TD17:

BLONDEL Agathe
BRECHBIEHL Emma
LARGEAU Garance



Les écoulements sont incompressibles et l'installation fonctionne en régime permanent donc il y a conservation du débit volumique :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2Q_3 \text{ donc } Q_3 = Q_1 + Q_2$$

- 2) Flux molaire en A :
- en entrée du réacteur 1 : $FA_{e1} = FA_0 + FB_0$
 - en sortie du réacteur 1 : FA_{s1}
 - en entrée du réacteur 2 : FA_{e2}
 - en sortie du réacteur 2 : FA_{s2}

- Flux molaire en B :
- en entrée du réacteur 1 : FB_{e1}
 - en sortie du réacteur 1 : FB_{s1}
 - en entrée du réacteur 2 : $FB_{e2} = FB_0 + FB_{s1}$
 - en sortie du réacteur 2 : $FB_{s2} = FB_{e1}$

Bilan de flux molaire sur A pour le réacteur 1 :

	$A + B \rightarrow P$		
entrée	$FA_{e1} = FA_0 + FB_0$	$FB_{e1} = FB_0$	✓
sortie	$FA_{s1} = FA_{e1} - \frac{dS}{dt}$	$FB_{s1} = FB_{e1} - \frac{dS}{dt}$	$\frac{dS}{dt}$
+ réacteur	$= (FA_0 + FB_0) - \frac{dS}{dt}$	$= FB_0 - \frac{dS}{dt}$	$\frac{dS}{dt}$

où $\frac{dS}{dt} = rV_1 = kC_A V_1$ ✓

et le flux molaire est extensif.

$$C_A = \frac{1}{Q_3} \frac{FA_{s1}}{2Q_3} = \frac{(FA_0 + FB_0) - \frac{dS}{dt}}{2Q_3} = \frac{(C_{A0}(Q_2 + Q_3) + C_{A0}Q_1) - kC_A V_1}{2Q_3}$$

$$= \frac{C_{A0}(Q_2 + Q_3) + C_{A0}Q_1}{2Q_3 + kV_1}$$

Ainsi $C_A = \frac{C_{A0}(2Q_2 + Q_1) + C_{A0}Q_1}{2Q_2 + 2Q_1 + kV_1}$

TR

3) Bilan de flux molaire sur A pour le réacteur 2:



entrée	$FA_{e2} = \frac{1}{2} F_{AS1}$	$FB_{e2} = F_{B0} + F_{BS1}$	$- F_{PS1}/2$
réacteur	$FA_{S2} = FA_{e2} - \frac{dS}{dt}$	$FB_{S2} = FB_{e2} - \frac{dS}{dt}$	$\frac{dS}{dt} + \frac{F_{PS1}}{2}$
sortie	$= \frac{1}{2} F_{AS1} - \frac{dS}{dt}$	$= (F_{B0} + F_{BS1}) - \frac{dS}{dt}$	

on ne prend en compte que l'avancement dans le réacteur 2

$$F_{AS1} = C_A Q_S = C_A 2(Q_1 + Q_2)$$

$$C_{A2} = \frac{FA_{S2}}{Q_2 + Q_3} = \frac{FA_{e2} - \frac{dS}{dt}}{Q_2 + Q_3} = \frac{\frac{1}{2} F_{AS1} - \frac{dS}{dt}}{Q_2 + Q_3} = \left(\frac{\frac{1}{2} FA_{e1} - \frac{dS}{dt} - \frac{dS}{dt}}{Q_2 + Q_3} \right) \frac{dS}{dt} = V_2 k C_{A2}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} (F_{AS2} + F_{A0}) - 2 \frac{dS}{dt}}{Q_2 + Q_3} = \frac{\frac{1}{2} (C_{AS2} (Q_2 + Q_3) + C_{A0} Q_1) - 2 k C_A V_2}{Q_2 + Q_3}$$

$$= \frac{1}{2} C_{AS2} + \frac{\frac{1}{2} C_{A0} Q_1 - 2 k C_A V_2}{Q_2 + Q_3}$$

$$\text{Ainsi } C_{A2} = \frac{C_{A0} Q_1 - 4 k C_A V_2}{2 Q_2 + Q_1}$$

$$C_{A2} = \frac{C_A (Q_1 + Q_2) - k C_A V_2}{Q_1 + 2 Q_2}$$

$$C_{A2} (Q_1 + 2 Q_2 + k V_2) = C_A (Q_1 + Q_2)$$

4) On injecte l'expression de C_{A2} dans celle de C_A : on

$$C_A = \frac{C_{A0} Q_1 + \left(\frac{C_{A0} Q_1 - 4 k C_A V_2}{2 Q_2 + Q_1} \right) (2 Q_2 + Q_1)}{2 Q_2 + 2 Q_1 + k V_1}$$

$$= \frac{2 C_{A0} Q_1 - 4 k C_A V_2}{2 Q_2 + 2 Q_1 + k V_1}$$

on obtient

$$C_A = \frac{C_{A0} Q_1}{2 Q_1 + 2 Q_2 + k V_1 - \frac{(Q_1 + 2 Q_2) (Q_1 + Q_2)}{2 Q_2 + Q_1 + k V_2}}$$

$$C_A = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{donc } C_A \left(1 + \frac{4 k V_2}{2 Q_2 + 2 Q_1 + k V_1} \right) = \frac{2 C_{A0} Q_1}{2 Q_2 + 2 Q_1 + k V_1}$$

$$\text{Finalement, } C_A = \frac{2 C_{A0} Q_1}{2 Q_2 + 2 Q_1 + k V_1} \times \frac{1}{1 + \frac{4 k V_2}{2 Q_2 + 2 Q_1 + k V_1}}$$

$$\text{A.N: } C_A = \frac{2 \times 1,1 \times 0,5}{2 \times 1,0 + 2 \times 0,5 + 1 \times 1} \times \frac{1}{1 + \frac{4 \times 1,0 \times 0,5}{2 \times 1,0 + 2 \times 0,5 + 1 \times 1}} = 0,18 \text{ mol.L}^{-1}$$

5) Loi de vitesse: $r = k C_A C_B$ $\rightarrow$ écrire = ordre 0 / B

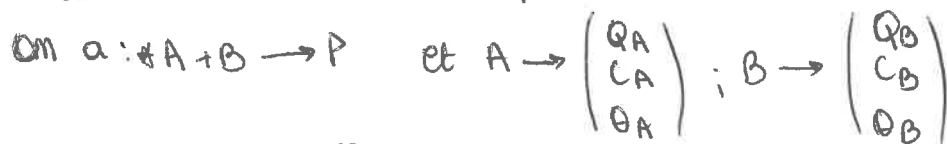
$$\text{donc } C_B = \frac{r}{k C_A}$$

quantité consommée en A = quantité consommée en B

$$C_{A0} Q_1 - C_A (Q_1 + Q_2) = C_{B0} Q_2 - C_B (Q_1 + Q_2) \quad C_{B0} = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$$

TD 17: Exercice 3

Groupe 8



$$r = k C_A C_B = \frac{1}{V} \frac{d\xi}{dt}$$

$$V = V_0 = 6L$$

1) on calcule les flux molaires de A et B en entrée :

$$[F] = \text{mol} \cdot s^{-1}; [Q] = L \cdot s^{-1}; [C] = \text{mol} \cdot L^{-1}$$

Donc par dimension,

$$F_i = Q_i C_i$$

$$1 \text{ cu}^3 = 1 \text{ mL} = 10^{-3} L$$

$$\text{Ainsi, } F_A = Q_A C_A = 25 \times 10^{-3} \times 1 = 25 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot s^{-1}$$

$$F_B = Q_B C_B = 10 \times 10^{-3} \times 5 = 50 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot s^{-1}$$

2) on calcule les flux molaires en sortie avec la relation :

$$F_{i,s} = F_{i,e} - \frac{\nu_i}{\nu_A} F_{A,e} X \quad \text{avec } \nu = \text{coefficient stoechiométrique algébrique}$$

→ trop compliqué à retenir, faites un tableau matière

$$D'où \begin{cases} F_{A,s} = F_{A,e} - \frac{\nu_A}{\nu_A} F_{A,e} X = F_{A,e} - F_{A,e} X = F_{A,e} (1-X) \\ F_{B,s} = F_{B,e} - \frac{\nu_B}{\nu_A} F_{A,e} X = F_{B,e} - F_{A,e} X \end{cases}$$

3) on exprime la loi de vitesse :

$$r = k C_A C_B = \frac{1}{V} \frac{d\xi}{dt}$$

$$\text{Or, } V = V_0 \text{ et } X = \frac{d\xi/dt}{F_{A,e}} \Leftrightarrow \frac{d\xi}{dt} = X F_{A,e}$$

$$\text{Donc } k C_A C_B = \frac{1}{V_0} X F_{A,e} \Leftrightarrow X = \frac{k V_0 C_A C_B}{F_{A,e}}$$



$$\begin{array}{ccc} \text{entrée} & & \\ \text{réactifs} & & \\ + \text{sortie} & & \\ F_{A,e} - \frac{d\xi}{dt} & & F_{B,e} - \frac{d\xi}{dt} \\ F_{A,e}(1-X) & & F_{B,e} - F_{A,e}X \end{array}$$

$$\text{avec } X_A = \frac{d\xi}{dt} \times \frac{1}{F_{A,e}}$$

→ oui!

$$r = \frac{1}{V} \frac{d\xi}{dt} = k C_A C_B$$

$$C_{A,s} = \frac{F_{A,s}}{Q_s} = \frac{F_{A,e} - F_{A,e}X}{Q_A + Q_B}$$

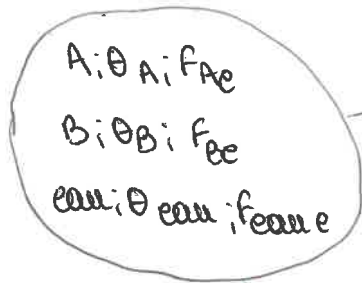
$$C_{B,s} = \frac{F_{B,s}}{Q_s} = \frac{F_{B,e} - F_{A,e}X}{Q_A + Q_B}$$

$$\frac{1}{V} F_{A,e} X = \frac{k}{(Q_A + Q_B)^2} F_{A,e} (1-X) (F_{B,e} - F_{A,e}X)$$

→ eq. du 2nd degré en X.

4)

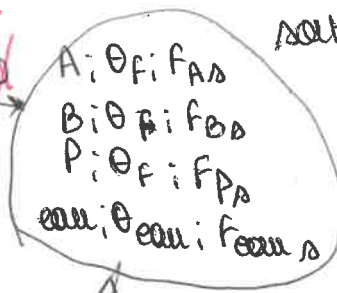
entrée



$$P_{\text{tot}} = P_{\text{th}} + P_{\text{rc}} = 0$$

↳ puissance cédée au serpent.

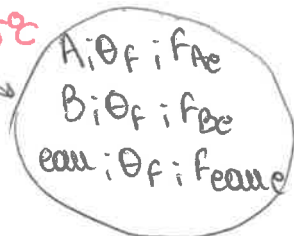
non! le serpent reçoit la chaleur la machine n'est pas adiabatique.



échauffement de B
assemblage à de l'eau
de $\theta_B = 10^\circ\text{C}$ à $\theta_F = 25^\circ\text{C}$

$$Dm \cdot c_e (\theta_F - \theta_B)$$

$$= \mu Q_0 c_e (\theta_F - \theta_B)$$



intermédiaire

réaction chimique

$$P_{\text{rc}} = \frac{dQ}{dt} \Delta r H^0$$

$$= X F_{Ae} \Delta r H^0$$

avec $\theta_F = \theta_A$

On cherche: $P_{\text{rc}} = Dm h_s - Dm h_I$ par application du premier principe industriel.

$$= (f_{As} h_{As} + f_{Bs} h_{Bs} + f_{\text{eau}s} h_{\text{eau}s}) - (f_{AI} h_{AI} + f_{\text{eau}I} h_{\text{eau}I} + f_{BI} h_{BI})$$

$$= f_{Be} h_{Be} - X F_{Ae} h_{Ae}$$

$$f_{Be} = f_{Ae} (h_{AA} - h_{AI}) + f_{Be} (h_{Bs} - h_{BI}) + F_{Ae} X_A (h_{Bs} - h_{As})$$

$$P_{\text{rc}} = X F_{Ae} \Delta_r H^0$$

Ainsi, $P_{\text{tot}} = 0 = P_{\text{rc}} + P_{\text{th}} \Leftrightarrow P_{\text{th}} = -X F_{Ae} \Delta_r H^0 \pm 971,9 \text{ W}$

$$= 972 \text{ W.}$$

Vous ne l'avez pas évalué.

$$P_{\text{TOT}} = \mu Q_0 c_e (\theta_F - \theta_B) + X F_{Ae} \Delta_r H^0$$

$$= 1 (\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}) (10 \times 10^{-3}) (\text{L} \cdot \text{s}^{-1}) \times 4180 \times 5 - 972$$

$$P_{\text{TOT}} = -763 \text{ W}$$

↳ puissance thermique dégagée par le système
= puissance reçue par le serpent = 763 W
↳ le serpent se a reproduire.