

Capacité numérique

Déterminer le(s) point(s) de fonctionnement d'une RCFA nège d'une réaction et en discuter la stabilité.

1. Temps de passage: $\tau = \frac{V}{D_v}$; A.N.: $\tau = 600 \text{ s}$

2. Bilan de matière sur R en régime stationnaire: $[R]^e - [R]^s + v_R \tau v = 0$

Avec $v_R = -1$ et $v = k[R] = k[R]^s$ (RCFA) on obtient:

$$[R]^s = [R]^e \frac{1}{1 + k\tau} ; \text{ de plus } \frac{[R]^s}{[R]^e} = 1 - \alpha ; \text{ on en déduit } \alpha = \frac{k\tau}{1 + k\tau}$$

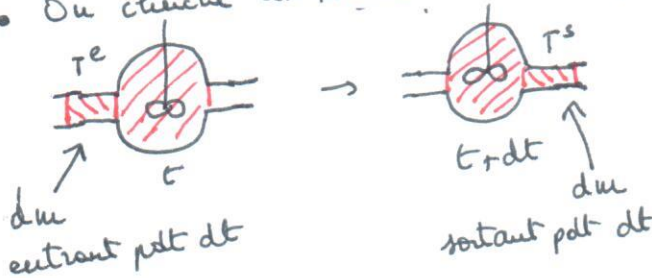
3. Avec $k = A e^{-E_a/RT}$ on obtient donc:
$$\alpha_{\text{cin}}(T) = \frac{\tau A e^{-E_a/RT}}{1 + \tau A e^{-E_a/RT}}$$

4. Rappel des cours:

• Tf à P constante $\Rightarrow \delta Q = dH$ et donc $P_{\text{th}} = \frac{\delta Q}{dt} = \frac{dH}{dt}$: puissance thermique

(ou flux thermique) reçu par le système.

• On cherche dH variation d'enthalpie pendant dt ;

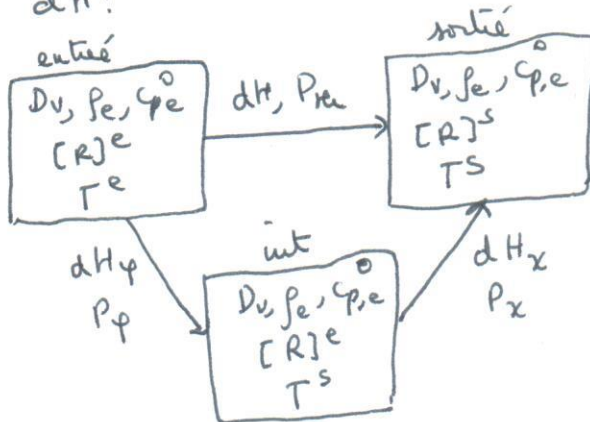


Pdt dt:

• contenu du réacteur ne varie pas (régime stationnaire) $\rightarrow dH_{\text{réac}} = 0$

• d'un entrant pdt dt / sortant pdt dt (le régime stationnaire) voit $[R]$ et T varier $\Rightarrow$ on raisonne sur des

• H étant une fct d'état, on peut raisonner sur un chemin fictif pour exprimer dH :



1^{ère} étape: tf physique: variation de T de T^e à T^s

$\Rightarrow$ on en déduit dH_p et P_p

2^{ème} étape: tf chimique: variation de $[R]$ de $[R]^e$ à $[R]^s$

$\Rightarrow$ on en déduit dH_x et P_x

global: $dH = dH_p + dH_x$ $P_{\text{th}} = P_p + P_x$

• étape 1: $dH_p = d m \cdot c_p \cdot \Delta T = d m \cdot c_p (T^s - T^e) = D_v \cdot dt \cdot c_p (T^s - T^e)$
 $= D_v \cdot c_p (T^s - T^e) dt$

En admettant le fluide à de l'eau (solvant), on a alors:

$$dH_p = D_v \cdot c_p \cdot (T^s - T^e) dt \quad | \quad P_p = D_v \cdot c_p \cdot (T^s - T^e)$$

- étape 2 : $dH_x = \Delta_r H^\circ \cdot d\xi = \Delta_r H^\circ \cdot v \cdot V \cdot dt = \Delta_r H^\circ \cdot v \cdot \tau \cdot D_V \cdot dt$
 ou d'après le bilan de matière (cf. 2.) on a :
 $[R]^e - [R]^s - \tau v = 0 \Leftrightarrow \tau \cdot v = [R]^e - [R]^s = [R]^e - [R]^e(1-\alpha) = \alpha [R]^e$
 alors $dH_x = \Delta_r H^\circ \cdot \alpha [R]^e \cdot D_V \cdot dt$ et $P_x = \frac{D_V \cdot \alpha [R]^e \cdot \Delta_r H^\circ}{1}$

• on a donc finalement : $P_{Rx} = D_V (p_e \cdot c_{p,e}^\circ (T^s - T^e) + \alpha \cdot \Delta_r H^\circ [R]^e)$

5. Réacteur calorifugé : fonctionnement adiabatique : $P_{Rx} = 0$

ou en déduit $\alpha_{Rx}(T) = - \frac{p_e \cdot c_{p,e}^\circ (T - T^e)}{\Delta_r H^\circ [R]^e}$

6. Détermination graphique de point(s) de fonctionnement :

- tracer sur un même graphe $\alpha_{in}(T)$ et $\alpha_{Rx}(T)$
- les points de fonctionnement (T^s, α^s) correspondent aux points d'intersection de ces courbes

• Étude de leur stabilité :

un point de fonctionnement est stable si, en ce point, $\frac{d\alpha_{in}}{dT} < \frac{d\alpha_{Rx}}{dT}$

7. 8. 9. : cf code complété

10. À l'aide des courbes on trouve 3 points de fonctionnement :

- PF₁ pour $T_1^s \in [400K; 440K]$
- PF₂ pour $T_2^s \in [440K; 480K]$
- PF₃ pour $T_3^s \in [500K; 540K]$

11. cf code complété ; on trouve : PF₁ : $T_1^s = 425,9K$ $\alpha_1^s = 0,03$
 PF₂ : $T_2^s = 454,1K$ $\alpha_2^s = 0,34$
 PF₃ : $T_3^s = 512,1K$ $\alpha_3^s = 0,983$

12. cf code complété ; on trouve : PF₁ et PF₃ : stables PF₂ : instable

13. Avec $P_{Rx} = -hS(T - T_0)$ on a maintenant

$$\alpha_{Rx-bis}(T) = - \frac{hS(T - T_0)}{D_V \cdot \Delta_r H^\circ [R]^e} - \frac{p_e \cdot c_{p,e}^\circ (T - T_{in}^e)}{\Delta_r H^\circ [R]^e}$$

14. cf code complété ; on trouve :

nouveau point de fonctionnement : $T^s = 478,6K$
 $\alpha^s = 0,81$

Point de fonctionnement stable