

Exercice / Capacité numérique

Détermination de point(s) de fonctionnement

On considère la décomposition thermique du peroxyde de ditertiobutyle $tBu_2O(\ell)$ dans un réacteur parfaitement agité continu de volume $V = 500 \text{ mL}$ et de surface $S = 300 \text{ cm}^2$ alimenté en réactif liquide pur avec un débit constant $D_v = 3 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ à $T_e = 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

La décomposition thermique de $tBu_2O(\ell)$ peut être modélisée par une réaction d'ordre 1 par rapport au réactif et dont les paramètres d'Arrhénius sont : $A = 10^{15} \text{ s}^{-1}$ et $E_a = 157 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Le réacteur est refroidi par une double enveloppe maintenue à $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Le coefficient de transfert conducto-convectif vaut $h = 80 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Données :

- Masse molaire de $tBu_2O(\ell)$: $M = 146 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse volumique de $tBu_2O(\ell)$: $\rho = 900 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Capacité thermique massique de $tBu_2O(\ell)$: $c_p^\circ = 2,1 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Enthalpie standard de la réaction : $\Delta_r H^\circ = -150 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

1. À partir d'un bilan de matière (BM), établir une équation reliant le taux de conversion α et la température T dans le réacteur. Coder sous Python une fonction `alpha_BM(T)`.
2. À partir d'un bilan énergétique (BE), établir une autre expression reliant le taux de conversion et la température dans le réacteur. Coder sous Python une fonction `alpha_BE(T)`.
3. À l'aide de la bibliothèque `matplotlib.pyplot`, tracer les deux fonctions de sorte à visualiser graphiquement le(s) point(s) de fonctionnement.
4. En utilisant la méthode de la dichotomie ou la fonction `bisect` de la bibliothèque `scipy.optimize`, déterminer les coordonnées du(des) point(s) de fonctionnement.
5. Étudier la stabilité du(des) point(s) de fonctionnement trouvé(s). Pour cela, on pourra coder sous Python une fonction qui renvoie la valeur de la dérivée d'une fonction puis une fonction qui renvoie `True` si un point de fonctionnement stable et `False` s'il est instable.