

DM n°9

Pour le vendredi 16 décembre 2022

## I. Craquage du propane

On étudie à 25°C la réaction de craquage du propane  $\text{C}_3\text{H}_{8(g)}$  en propène  $\text{C}_3\text{H}_{6(g)}$  qui forme du di-hydrogène  $\text{H}_{2(g)}$ . À cette température, l'enthalpie libre standard de la réaction est  $\Delta_r G^0 = 86,2 \text{ J.mol}^{-1}$ . La pression est égale à tout instant à la pression de référence :  $P = P^0 = 1 \text{ bar}$ .

- 1) Écrire l'équation-bilan (1) de la réaction et construire un tableau d'avancement sachant qu'il n'y a que du propane au départ :  $n_0$  moles.

On définit le taux de transformation  $\tau$  du propane par :

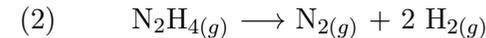
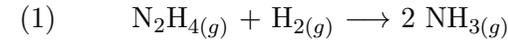
$$\tau = \frac{n_0 - n_{\text{équi}}}{n_0}$$

où  $n_{\text{équi}}$  est le nombre de moles de propane l'équilibre chimique.

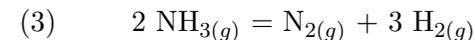
- 2) En déduire la relation entre  $\tau$  et la constante d'équilibre  $K^0$ .
- 3) Calculer numériquement le taux de transformation  $\tau$  à 25°C.
- 4) On souhaite améliorer le rendement de la conversion de propane en propène et porter le taux de transformation à 90%.
  - a) À quelle pression doit-on se placer (la température étant toujours de 25°C) pour réaliser cela ?
  - b) Si on impose une pression  $P = P^0 = 1 \text{ bar}$ , à quelle température doit-on se placer pour réaliser cela ? On donne l'enthalpie standard  $\Delta_r H^0 = 124 \text{ kJ.mol}^{-1}$  associée à l'équation-bilan (1) et supposée indépendante de  $T$ .

## II. Décomposition de l'hydrazine

On introduit  $n_0 = 10^{-2}$  mol d'hydrazine  $\text{N}_2\text{H}_4$  et  $n_0 = 10^{-2}$  mol de dihydrogène  $\text{H}_2$  dans une enceinte rigide et close E, de volume  $V = 2,32 \text{ L}$ . À 427 °C,  $\text{N}_2\text{H}_4$  est un gaz qui se décompose spontanément. Les deux réactions envisageables sont :



- 1) Déterminer la nature et le nombre de moles des espèces qui seraient présentes dans l'enceinte E à la fin de chacune des réactions précédentes si elles étaient prises séparément (c'est à dire si l'une existait sans l'autre). Vous supposerez dans chaque cas que la réaction est totale.
- 2) On suppose maintenant que les deux réactions (1) et (2) interviennent simultanément et que l'hydrazine est totalement décomposée. Soit  $2\alpha$  le nombre de moles de  $\text{NH}_3$  formées selon la réaction (1). Établir la relation existant à 427 °C entre  $\alpha$  et la pression totale  $P$  dans l'enceinte E.
- 3) La pression totale dans l'enceinte E à 427 °C est  $P = 1,0025 \text{ bar}$ . Déterminer la valeur de  $\alpha$ , ainsi que les quantités de matière de toutes les espèces chimiques présentes dans l'enceinte à la fin de la réaction.
- 4) On suppose toujours que (1) et (2) sont totales, mais on doit aussi considérer une troisième réaction qui n'est pas totale et dont l'équation bilan s'écrit :



Quand l'état d'équilibre est atteint dans l'enceinte E, la pression est  $P = 1,0025 \text{ bar}$ . On note toujours  $2\alpha$  le nombre de mole de  $\text{NH}_3$  à l'équilibre. Déterminer :

- a) Les quantités de matière de  $\text{N}_{2(g)}$  et  $\text{H}_{2(g)}$  en fonction de  $n_0$  et  $\alpha$ .

- b) Les pressions partielles de  $\text{NH}_3$ , de  $\text{H}_2$  et de  $\text{N}_2$  à  $427\text{ °C}$ .
- c) L'enthalpie libre standard  $\Delta_r G_3^0$  de la réaction (3) à  $427\text{ °C}$ .