

DM n°9

Pour le vendredi 13 décembre 2024

Données :

Si θ désigne la température en degrés Celsius et T la température en Kelvin alors $T = \theta + 273,15$

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

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 $\Delta_r G^\circ = 86,2 \text{ J.mol}^{-1}$. La pression est égale à tout instant à la pression de référence : $P = P^\circ = 1 \text{ bar}$.

- 1) Écrire l'équation-bilan (1) de la réaction rapportée à une mole de $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ et construire un tableau d'avancement sachant que, dans l'état initial, il n'y a que n_0 moles de propane.

On définit le taux de transformation τ 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 τ et la constante d'équilibre K° .
- 3) Calculer numériquement le taux de transformation τ à 25°C .
- 4) On souhaite améliorer le rendement de la conversion de propane en propène et porter le taux de transformation à 90%.

La température étant toujours fixée à 25°C , à quelle pression doit-on se placer pour réaliser cela ?

- 5) On donne l'enthalpie standard $\Delta_r H^\circ = 124 \text{ kJ.mol}^{-1}$ associée à l'équation-bilan (1) et on suppose qu'elle ne dépend pas de T .

- a) Montrer que :

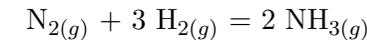
$$\ln K^\circ(T) = -\frac{a}{T} + b$$

où a et b sont deux constantes dont on donnera les valeurs numériques.

- b) Si on impose une pression $P = P^\circ = 1 \text{ bar}$, à quelle température doit-on se placer pour obtenir un taux de transformation $\tau = 0,90$?

II. Synthèse de l'ammoniac

On considère la réaction de synthèse de l'ammoniac en phase gazeuse :



On donne les entropies molaires standard à 298 K :

Espèce	$\text{NH}_{3(g)}$	$\text{N}_{2(g)}$	$\text{H}_{2(g)}$
S_m° (en $\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$)	192,7	191,5	130,6

- 1) Calculer $\Delta_r S^\circ(298 \text{ K})$ et commenter son signe.
- 2) Pour la suite on suppose que $\Delta_r S^\circ$ et $\Delta_r H^\circ$ ne dépendent pas de la température dans le domaine d'étude considéré et on donne $\Delta_r H^\circ = -122,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$.
Calculer la valeur de la constante d'équilibre K° à 500°C .
- 3) Dans une enceinte initialement vide et maintenue à 500°C , on introduit en mélange de di-hydrogène et de di-azote en proportions stœchiométriques : n_0 moles de N_2 et $3n_0$ moles de H_2 . La réaction se fait à pression P constante.

On constate qu'à l'équilibre chimique il ne reste que $n_0/2$ mol de $\text{N}_{2(g)}$. Calculer la valeur de la pression P .