

On considère la réaction de conversion du méthane, dite réaction du « gaz à l'eau » :  
 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$ .

Cette réaction est envisagée à une température supérieure à 400 K où toutes les espèces sont gazeuses.

La pression totale du système sera prise égale à 1 bar (sauf dans certaines questions où les conditions seront précisées).

Dans l'hypothèse d'Ellingham :  $\Delta_r H^\circ(T) = 206,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $\Delta_r S^\circ(T) = 214,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

1. On mélange à 800 K sous 1 bar :

CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O
0.2 mol	0.1 mol	0.1 mol	0.6 mol

Dans quel sens la réaction a-t-elle lieu ?

2. Reprendre la question à  $T = 600 \text{ K}$  dans les mêmes conditions.
3. Déterminer la constante d'équilibre de la réaction à 1200 K en utilisant la loi de Van't Hoff.

Comparer les différentes valeurs de  $K^\circ$  obtenues à différentes températures ; conclure quant à l'influence de  $T$  sur la réaction. Pouvez-vous généraliser ?

4. Déterminer l'état final du système avec les conditions initiales  $T = 1200 \text{ K}$  et les quantités de matière initiales :

CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O
1 mol	0 mol	0 mol	1 mol

5. On augmente la pression, les autres variables intensives étant fixées. En étudiant le quotient de réaction, prévoir le sens de déplacement de l'équilibre.
6. On ajoute un gaz inerte au mélange obtenu (en 4.), les variables intensives  $T, P$  étant fixées. Prévoir le comportement du système.
7. On ajoute maintenant du méthane à  $T, P$  et  $n_{\neq \text{CH}_4}$  constants. En étudiant le quotient de réaction, prévoir le sens d'évolution du système.
8. On reprend la même question mais en ajoutant cette fois-ci du monoxyde de carbone. Montrer que le sens d'évolution dépend de la proportion initiale de CO dans le mélange de départ ; reprendre les résultats de la question 4. pour conclure dans ce cas.