

Synthèse de l'eau

On suppose connue les grandeurs suivantes :

- L'enthalpie standard de la réaction de formation de l'eau liquide à $T_1 = 298 \text{ K}$, notée $\Delta_f H_{0,\ell}^\circ$.
- Les capacités thermiques molaires standards à pression constante, notées $C_{p,i}^\circ$, de tous les composés i . Elles sont supposées indépendantes de la température (approximation d'Ellingham).
- L'enthalpie molaire standard de vaporisation de l'eau à $T_2 = 100 \text{ °C} = 373 \text{ K}$, notée $\Delta_{vap} H_2^\circ$.

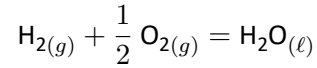
Déterminer, en fonction des données connues, l'expression de :

- 1) L'enthalpie standard de la réaction de formation de l'eau liquide à $T_3 = 350 \text{ K}$, notée $\Delta_f H_{3,\ell}^\circ$.
- 2) L'enthalpie standard de la réaction de formation de l'eau vapeur à $T_4 = 400 \text{ K}$, notée $\Delta_f H_{0,g}^\circ$.



Correction

1) Réaction de formation de l'eau liquide à T_3 et P° :



Pour se rendre de l'état initial à l'état final, on imagine la série de transformation fictive suivante.

- [a] Transformation de $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ de T_3 à T_1 .
- [b] Transformation de $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ en $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ à T_1 .
- [c] Transformation de $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ de T_1 à T_3 .

Ainsi, puisque H est une fonction d'état :

$$\Delta_f H_{3,\ell}^\circ = \Delta H_{m,a} + \Delta H_{m,b} + \Delta H_{m,c}$$

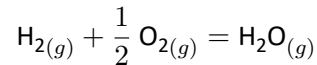
Avec :

$$\begin{cases} \Delta H_{m,a} = \left[C_{p,\text{H}_2(\text{g})}^\circ + \frac{1}{2} C_{p,\text{O}_2(\text{g})}^\circ \right] (T_1 - T_3) \\ \Delta H_{m,b} = \Delta_f H_{0,\ell}^\circ \\ \Delta H_{m,c} = C_{p,\text{H}_2\text{O}(\ell)}^\circ (T_3 - T_1) \end{cases}$$

Bilan :

$$\Delta_f H_{3,\ell}^\circ = \left[C_{p,\text{H}_2(\text{g})}^\circ + \frac{1}{2} C_{p,\text{O}_2(\text{g})}^\circ - C_{p,\text{H}_2\text{O}(\ell)}^\circ \right] (T_1 - T_3) + \Delta_f H_{0,\ell}^\circ$$

2) Réaction de formation de l'eau gazeuse à T_4 et P° :



Pour se rendre de l'état initial à l'état final, on imagine la série de transformation fictive suivante.

- [a] Transformation de $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ de T_4 à T_1 .
- [b] Transformation de $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ en $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ à T_1 .
- [c] Transformation de $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ de T_1 à T_2 .

- [d] Transformation de $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ en $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ à T_2 .
- [e] Transformation de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ de T_2 à T_4 .

Ainsi, puisque H est une fonction d'état :

$$\Delta_f H_{3,\ell}^\circ = \Delta H_{m,a} + \Delta H_{m,b} + \Delta H_{m,c} + \Delta H_{m,d} + \Delta H_{m,e}$$

Avec :

$$\begin{cases} \Delta H_{m,a} = \left[C_{p,\text{H}_2(\text{g})}^\circ + \frac{1}{2} C_{p,\text{O}_2(\text{g})}^\circ \right] (T_1 - T_4) \\ \Delta H_{m,b} = \Delta_f H_{0,\ell}^\circ \\ \Delta H_{m,c} = C_{p,\text{H}_2\text{O}(\ell)}^\circ (T_2 - T_1) \\ \Delta H_{m,d} = \Delta_{\text{vap}} H_2^\circ \\ \Delta H_{m,e} = C_{p,\text{H}_2\text{O}(\text{g})}^\circ (T_4 - T_2) \end{cases}$$