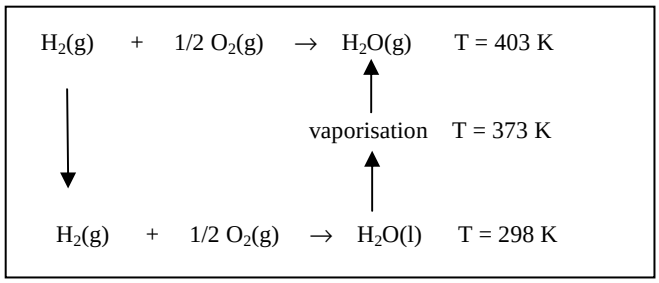
calcul de l'enthalpie de formation de la vapeur d'eau à 130°C

données : $\Delta_f H^0_{298}(H_2O_{liq}) = -298{,}84 \text{ kJ.mol}^{-1}$ $\quad \Delta_{vap} H^0_{373}(H_2O) = 40{,}6 \text{ kJ.mol}^{-1}$

$C^0_p(H_{2,g}) = 28{,}87 + 3{,}5.10^{-3}T$ $\quad C^0_p(O_{2,g}) = 22{,}17 + 4{,}0.10^{-3}T$

$C^0_p(H_2O_g) = 34{,}06 + 2{,}0.10^{-3}T$ $\quad C^0_p(H_2O_{liq}) = 75{,}3$ (en $\text{J.K}^{-1}\text{.mol}^{-1}$)

pour la réaction de formation de la vapeur d'eau : $H_2(g) + 1/2\ O_2(g) = H_2O(g)$,envisageons les transformations suivantes :



- on calcule l'enthalpie de formation de $H_2O(l)$ à 373 K $\quad H_2(g) + 1/2\ O_2(g) = H_2O(l)$

$$\Delta_f H^0_{373}(liq) = \Delta_f H^0_{298}(liq) + \int_{298}^{373} \Delta_f C^0_{p,1} dT$$

- on effectue ensuite le changement d'état : $\quad H_2O(l) = H_2O(g)$

$$\Delta_f H^0_{373}(g) = \Delta_f H^0_{373}(liq) + \Delta_{vap} H^0_{373} \quad \text{avec} \quad \Delta_{vap} H^0_{373}(H_2O) = 40{,}6 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

- enfin on calcule l'enthalpie de formation de $H_2O(g)$ à 403 K $\quad H_2(g) + 1/2\ O_2(g) = H_2O(g)$

en notant que $\Delta_f C^0_{p,1}$ devient $\Delta_f C^0_{p,2}$ puisque l'eau liquide est passée à l'état vapeur

$$\Delta_f H^0_{403}(g) = \Delta_f H^0_{373}(g) + \int_{373}^{403} \Delta_f C^0_{p,2} dT$$

détail des calculs :

$$\Delta_f H^0_{403}(g) = -298{,}84.10^3 + \int_{298}^{373} \left(-(28{,}87 + 3{,}5.10^{-3}T) - \frac{1}{2}(27{,}17 + 4.0.10^{-3}T) + 75{,}3 \right) dT + 40{,}6.10^3 ...$$

$$+ \int_{373}^{403} \left(-(28{,}87 + 3{,}5.10^{-3}T) - \frac{1}{2}(27{,}17 + 4.0.10^{-3}T) + (34{,}06 + 2{,}0.10^{-3}T) \right) dT$$

$$= -298{,}84.10^3 + \left(-28{,}87 - \frac{27{,}17}{2} + 75{,}3 \right)(373 - 298) + (-3{,}5.10^{-3} - \frac{4.0}{2}.10^{-3}) \left(\frac{373^2}{2} - \frac{298^2}{2} \right) + 40{,}6.10^3 ...$$

$$+ \left(-28{,}87 - \frac{27{,}17}{2} + 34{,}06 \right)(403 - 373) + (-3{,}5.10^{-3} - \frac{4.0}{2}.10^{-3} + 2{,}0.10^{-3}) \left(\frac{403^2}{2} - \frac{373^2}{2} \right) = -255.9 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

on peut aussi l'écrire globalement :

$$\Delta_f H^0_{403}(g) = \Delta_f H^0_{298}(liq) + \int_{298}^{373} \Delta_f C^0_{p,1} dT + \Delta_{vap} H^0_{373} + \int_{373}^{403} \Delta_f C^0_{p,2} dT$$