

Corrigé exercice 5

ÉTUDE DE LA RÉACTION DE GRILLAGE DE LA GALÈNE

1) On applique la loi de Hess à 298 K :

$$\Delta_r H^0 = \Delta_f H_{\text{PbO}}^0 + \Delta_f H_{\text{SO}_2}^0 - \Delta_f H_{\text{PbS}}^0 - \frac{3}{2} \Delta_f H_{\text{O}_2}^0$$

$$\Delta_r H^0 = -413,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

2) On applique la loi de Kirchhoff :

$$\Delta_r H_{1223}^0 = \Delta_r H_{298}^0 + \int_{298}^{1223} (\Delta_r C_p^0) dT$$

... avec $\Delta_r C_p^0 = \sum_i \nu_i C_{p_i}^0 = -7,9 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

Donc :

$$\Delta_r H_{1223}^0 = -421,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

...soit une variation relative de 1,8%.

On retrouve le fait général que $\Delta_r H^0$ est une grandeur qui varie peu avec la température.

3) La réaction a lieu à 1223 K ; les réactifs sont portés à cette température par la chaleur produite par la réaction.

Soit n_0 la quantité de matière de galène PbS. La réaction de grillage isobare à 1223 K libère la quantité de chaleur :

$$-Q_p = -\Delta H \approx -n_0 \Delta_r H_{1223}^0$$

Cette quantité de chaleur sert à échauffer uniquement les réactifs entrant, soit n_0 de PbS, $1,5n_0$ de O_2 et $6n_0$ de N_2 . On a donc :

$$-n_0 \Delta_r H_{1223}^0 = \int_{298}^{T_f} (n_0 C_{p_{\text{PbS}}}^0 + 1,5n_0 C_{p_{\text{O}_2}}^0 + 6n_0 C_{p_{\text{N}_2}}^0) dT$$

On trouve :

$$T_f = 1868 \text{ K}$$

La réaction libère donc suffisamment de chaleur pour élever la température des réactifs entrant au-delà de 1223 K :

La réaction peut donc être auto-entretenu.

4) Si on continue à désigner par n_0 la quantité de PbS, alors on procède comme dans la question précédente, en ajoutant une quantité de matière n_G de gangue dans la capacité calorifique.

Or x est le pourcentage de PbS dans le minerai, donc $x = \frac{100n_0}{n_0 + n_G}$.

On en déduit :

$$n_G = n_0 \times \frac{100-x}{x}$$

La quantité limite de gangue s'obtient lorsque la chaleur libérée par la réaction permet juste d'élever les réactifs entrants à 1223 K :

$$-n_0 \Delta_r H_{1223}^0 = \int_{298}^{1223} \left(n_0 C_{p_{\text{PbS}}}^0 + 1,5n_0 C_{p_{\text{O}_2}}^0 + 6n_0 C_{p_{\text{N}_2}}^0 + n_0 \times \frac{100-x}{x} C_{p_{\text{gangue}}}^0 \right) dT$$

...ce qui donne :

$$x = 20,4\%$$

La réaction ne peut donc plus être auto-entretenu si la teneur du minerai en PbS est inférieure à 20,4% en moles.