

Corrigé exercice 12

DISSOCIATION DU CALCAIRE

1) On donne l'expression du quotient réactionnel associé à l'équation de la réaction :

$$Q = \frac{a_{\text{CaO}} a_{\text{CO}_2}}{a_{\text{CaCO}_3}}$$

Comme CaCO_3 et CaO sont des corps condensés purs, leur activité est égale à 1, quelle que soit la quantité présente.

CO_2 est un gaz. Si on le considère comme parfait, son activité est assimilable à sa pression partielle :

$$a_{\text{CO}_2} = \frac{p_{\text{CO}_2}}{p^\circ}, \text{ avec } p^\circ = 1 \text{ bar la pression standard.}$$

On remarque de plus que CO_2 est le seul gaz pouvant se trouver dans l'enceinte, puisque celle-ci est initialement vide. La pression partielle de CO_2 est donc identique à la pression dans l'enceinte p .

Finalement, le quotient réactionnel s'exprime par :

$$Q = \frac{p}{p^\circ}$$

À l'instant initial, l'enceinte ne contient pas de gaz. On a donc $p = p_{\text{CO}_2} = 0$, donc $Q_0 = 0$.

Comme $Q_0 < K^\circ$, la réaction va évoluer dans le sens direct, et produire du gaz CO_2 .

Pendant l'évolution, la pression dans l'enceinte augmente, au fur et à mesure de l'avancement de la réaction, puisque la quantité de gaz augmente dans un volume et à une température fixés. Q augmente donc, pour se rapprocher de K° .

L'état final dépend de la quantité de calcaire introduite au départ. Il y a deux situations possibles :

- si lorsque le dernier grain de calcaire disparaît, Q n'a pas encore atteint la valeur K° , alors la transformation s'arrête. La réaction de dissociation aura été **totale**.
- s'il y a assez de calcaire, alors la transformation s'arrête lorsque Q devient égal à K° : c'est **l'équilibre chimique**.

Dans ce dernier cas, on aurait :

$$Q_{eq} = \frac{p_{eq}}{p^\circ} = K^\circ$$

D'après la loi des gaz parfaits, on en déduit que la réaction doit avoir produit une quantité n de CO_2 telle que :

$$p_{eq} = \frac{nRT}{V} = K^\circ p^\circ \Rightarrow n = \frac{VK^\circ p^\circ}{RT} = 0,039 \text{ mol} = 39 \text{ mmol}$$

Or la quantité initiale de calcaire n'est que de $n_0 = 10 \text{ mmol} < n$: il est donc impossible de produire 39 mmol de CO_2 .

En conclusion :

La dissociation du calcaire est rigoureusement totale.
Dans l'état final, le système contient 10,0 mmol de CaO solide,
et une phase gazeuse comportant 10,0 mmol de CO_2 , à la pression $p = \frac{n_0 RT}{V} = 0,091 \text{ bar}$.

2) Pour toute quantité n_0 de CaCO_3 apportée telle que $n_0 < n$ la réaction sera totale.

En revanche, si on apporte une quantité $n_0 > n$, alors on atteindra l'équilibre chimique pour un avancement n , et le surplus de calcaire ne se transformera pas, quelle qu'en soit la quantité.

La quantité maximale de calcaire que l'on peut transformer en chaux est de $n = 39 \text{ mmol}$.