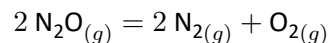


## Décomposition du protoxyde d'azote

---

La réaction :



est du premier ordre en  $\text{N}_2\text{O}$ . Tous les corps sont gazeux et assimilés à des gaz parfaits. On travaille à  $V$  constant dans un récipient fermé à  $T$  constante.

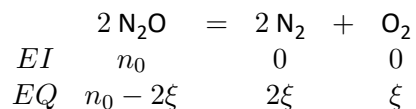
À  $t = 0$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  est seul sous la pression  $P_0 = 1,000$  bar pour une quantité de matière  $n_0$ . On suit l'évolution de la réaction en mesurant la pression totale  $P(t)$  dans le récipient en fonction du temps. Lorsqu'on effectue les mesures à la température  $T_1 = 283$  K, la pression mesurée au bout de  $t_1 = 20$  min est  $P_1 = 1,006$  bar.

- 1) Construire le tableau d'avancement. En déduire la quantité totale de matière  $n_{tot}$  en phase gazeuse à un instant quelconque.
- 2) Écrire la loi de vitesse. Exprimer la vitesse volumique  $v$  en fonction de la pression partielle  $P_{\text{N}_2\text{O}}$ .
- 3) Après intégration de la loi de vitesse, en déduire l'expression de  $P_{\text{N}_2\text{O}}$  puis l'expression de l'avancement  $\xi(t)$ .
- 4) Montrer que l'expression de la pression totale est  $P(t) = P_0 (A - B e^{-2kt})$ , où  $A, B \in \mathbb{R}$  sont à déterminer.
- 5) Déterminer alors la valeur de la constante de vitesse pour  $T = T_1$ .



## Correction

1) Le tableau d'avancement de la réaction est le suivant :



On en déduit :

$$n_{tot} = n_0 + \xi$$

2) La loi de vitesse s'écrit :

$$v = -\frac{1}{2} \frac{d[\text{N}_2\text{O}]}{dt} = k [\text{N}_2\text{O}]$$

Or,

$$[\text{N}_2\text{O}] = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}}}{RT} \Rightarrow -\frac{1}{2} \frac{dP_{\text{N}_2\text{O}}}{dt} = k P_{\text{N}_2\text{O}} \Rightarrow \frac{dP_{\text{N}_2\text{O}}}{dt} + 2k P_{\text{N}_2\text{O}} = 0$$

3) On en déduit :

$$P_{\text{N}_2\text{O}}(t) = P_0 e^{-2kt}$$

En utilisant l'équation d'état des gaz parfaits :

$$P_{\text{N}_2\text{O}}V = n_{\text{N}_2\text{O}}RT \Rightarrow P_{\text{N}_2\text{O}}V = (n_0 - 2\xi)RT \quad \text{avec : } n_0 = \frac{P_0V}{RT}$$

Ainsi :

$$\xi(t) = \frac{n_0}{2} (1 - e^{-2kt})$$

4) Appliquons la loi des gaz parfaits à l'ensemble des gaz :

$$P(t)V = n_{tot}(t)RT = (n_0 + \xi(t))RT$$

On en déduit :

$$\begin{aligned} P(t) &= n_{tot}(t) \frac{RT}{V} \\ &= (n_0 + \xi(t)) \frac{RT}{V} \\ &= \left(1 + \frac{1}{2} (1 - e^{-2kt})\right) \frac{n_0 RT}{V} \\ &= P_0 \left( \underbrace{\frac{3}{2}}_A - \underbrace{\frac{1}{2}}_B e^{-2kt} \right) \end{aligned}$$

5) On a :

$$P_1 = P_0 (A - B e^{-2kt_1}) \Rightarrow k = \frac{\ln(3 - 2P_1/P_0)}{2t_1} = 3,05 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}$$