

**EXERCICE : Validation d'une équation chimique par mesure de pression**

Un flacon d'un volume de 1,204 L fermement bouché contient un volume  $V_1 = 300$  mL d'une solution d'hypochlorite de sodium (eau de Javel) de concentration molaire  $c_1 = 0,30$  mol.L<sup>-1</sup>. Il est placé sur un agitateur magnétique. Ce flacon est relié à un capteur qui permet de suivre l'évolution de la pression du gaz qu'il contient.

Une seringue permet d'introduire  $V_2 = 4,0$  mL d'ammoniaque de concentration molaire  $c_2 = 10$  mol.L<sup>-1</sup> dans le flacon. La seringue est bloquée par un dispositif évitant tout risque de reflux du piston.

La réaction modélisant la transformation chimique entre l'ammoniaque et les ions hypochlorite s'écrit :



La transformation a lieu à température constante  $\theta = 27^\circ\text{C}$ .

La pression du gaz dans le flacon vaut dans l'état initial  $P_i = 1,00 \times 10^5$  Pa

Après quelques minutes la pression n'évolue plus et vaut  $P_f = 1,55 \times 10^5$  Pa.

On considère qu'au cours de la transformation les gaz peuvent occuper un volume  $V = 900$  mL dans le flacon.

1. Indiquer les expressions littérales et les calculs des quantités de matière  $n_1$  et  $n_2$  de chaque réactif dont les valeurs figurent dans le tableau d'avancement.
2. Compléter la ligne « En cours de transformation » du tableau.
3. Déterminer la valeur de l'avancement maximal  $x_{max}$  en justifiant clairement sur la copie. Compléter la ligne « État final » du tableau (expressions littérales et valeurs numériques).
4. D'après le tableau d'avancement quelle quantité de matière de diazote gazeux  $n_{\text{N}_2, \text{théo}}$  doit théoriquement se former ?
5. Confrontation entre le modèle théorique et les mesures de pression.

**5.1.** Calculer la variation de pression  $\Delta P$  au cours de la transformation chimique.

**5.2.** En utilisant la loi des gaz parfaits :  $\Delta P \cdot V = n_{\text{gazEXP}} \cdot R \cdot T$ , exprimer littéralement  $n_{\text{gazEXP}}$  la quantité de matière de gaz produite au cours de la transformation.

**5.3.** Calculer  $n_{\text{gazEXP}}$

Aide aux calculs :

$$0,55 \times 10^5 = 5,5 \times 10^4$$

$$3 \times 5,5 = 16,5$$

$$16,5 / 8,3 = 2,0$$

**5.4.** L'équation chimique est-elle validée?

**Données:** R constante des gaz parfaits  $R = 8,3 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

équation chimique		$3 \text{ClO}^-_{(\text{aq})} + 2 \text{NH}_3_{(\text{aq})} \rightarrow \text{N}_2_{(\text{g})} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 3 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	$x = 0$	$n_1 = 9,0 \times 10^{-2}$	$n_2 = 4,0 \times 10^{-2}$	0		0
En cours de transformation	$x$					
État final	$x_{max} =$					

**AIDE TS CHIMIE CORRECTION séance 0** **CALCULATRICE INTERDITE**  
**EXERCICE : (...../ 8 pts) Validation d'une équation chimique par mesure de pression**

1. Quantité de matière  $n_1$  d'ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  :

0,25

$$n_1 = c_1 \cdot V_1$$

0,25

$$n_1 = 0,30 \times 0,300 = 9,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Quantité de matière  $n_2$  d'ammoniaque  $\text{NH}_3$  :

0,25

$$n_2 = c_2 \cdot V_2$$

0,25

$$n_2 = 10 \times 4,0 \times 10^{-3} = 40 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

<b>équation chimique</b>		$3 \text{ClO}^-_{(\text{aq})} + 2 \text{NH}_3_{(\text{aq})} \rightarrow \text{N}_2_{(\text{g})} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 3 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	$x = 0$	$n_1 = 9,0 \times 10^{-2}$	$n_2 = 4,0 \times 10^{-2}$	0		0
2. En cours de transformation	$x$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 pt</span>	$n_1 - 3x =$ $9,0 \times 10^{-2} - 3x$	$n_2 - 2x =$ $4,0 \times 10^{-2} - 2x$	$x$		$3x$
État final	$x_{\text{max}} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,5 pt</span> $2,0 \times 10^{-2}$	$n_1 - 3x_{\text{max}} =$ $9,0 \times 10^{-2} -$ $3 \times 2,0 \times 10^{-2} =$ $3,0 \times 10^{-2}$	$n_2 - 2x_{\text{max}} =$ $4,0 \times 10^{-2} -$ $2 \times 2,0 \times 10^{-2} =$ $0$	$x_{\text{max}} =$ $2,0 \times 10^{-2}$		$3x_{\text{max}} =$ $6,0 \times 10^{-2}$

3. Détermination de l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  :

0,25

Si  $\text{ClO}^-$  est le réactif limitant, il est totalement consommé soit  $n_1 - 3x_{\text{max}} = 0$ . Donc  $x_{\text{max}} = \frac{n_1}{3}$ .

0,25

$$x_{\text{max}} = \frac{9,0 \times 10^{-2}}{3} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

0,25

Si  $\text{NH}_3$  est le réactif limitant alors  $n_2 - 2x_{\text{max}} = 0$ , soit  $x_{\text{max}} = \frac{n_2}{2}$ .

0,25

$$x_{\text{max}} = \frac{4,0 \times 10^{-2}}{2} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

0,5 Le réactif limitant est celui qui conduit à l'avancement maximal le plus faible, il s'agit de l'ammoniaque et  $x_{\text{max}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ .

0,5 4. D'après le tableau d'avancement,  $n_{\text{N}_2\text{théo}} = x_{\text{max}}$  donc  $n_{\text{N}_2\text{théo}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ .

5. Confrontation entre le modèle théorique et les mesures de pression.

0,25

5.1.  $\Delta P = P_f - P_i$

0,25

$$\Delta P = 1,55 \times 10^5 - 1,00 \times 10^5 = 0,55 \times 10^5 \text{ Pa}$$

0,5

5.2. D'après la loi des gaz parfaits  $\Delta P \cdot V = n_{\text{gazEXP}} \cdot R \cdot T$ , donc  $n_{\text{gazEXP}} = \frac{\Delta P \cdot V}{R \cdot T}$

0,25

5.3. Attention aux unités : V en  $\text{m}^3$ , T en K

0,25

0,5

$$n_{\text{gazEXP}} = \frac{5,5 \times 10^4 \times 900 \times 10^{-6}}{8,3 \times 300} = \frac{5,5 \times 900 \times 10^{-2}}{8,3 \times 300} = \frac{5,5 \times 3,00 \times 10^{-2}}{8,3} = \frac{16,5 \times 10^{-2}}{8,3} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

0,5

5.4. D'après le tableau d'avancement  $n_{\text{N}_2\text{théo}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  et d'après l'expérience  $n_{\text{gazEXP}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ . Le diazote étant la seule espèce gazeuse, les résultats expérimentaux sont en accord avec l'équation chimique, celle-ci est validée.