

EXERCICE 1 :

Un chimiste verse une masse $m = 66,2 \text{ g}$ de cristaux de nitrate de plomb dans une fiole jaugée de 250 mL .

Il ajoute ensuite de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole, bouche et agite la fiole. Puis il complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, et agite encore une fois. Tous les cristaux sont dissous.

1. Quelle est l'interaction fondamentale responsable de la dissociation du cristal ionique dans l'eau ? Justifier sans calcul, ni expression littérale.

2. L'équation chimique traduisant cette dissolution est $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq})$
Quelle est la signification de la notation (aq) au **niveau microscopique** pour les ions ?

3. Calculer la concentration molaire c en soluté $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (\text{s})$ apporté dans la solution.

4. Calculer la quantité de matière initiale n_0 de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (\text{s})$.

5. Compléter le tableau d'avancement ci-après. (en littéral, ainsi qu'avec les valeurs numériques)

équation chimique				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)		
État initial	$x = 0$	$n_0 =$		
En cours de transformation	x			
État final	$x_{\max} =$			

6) Exprimer les concentrations molaires effectives en ions de la solution ($[\text{Pb}^{2+} (\text{aq})]$ et $[\text{NO}_3^- (\text{aq})]$) en fonction de x_{\max} et V .

Calculer ces concentrations.

7) Indiquer la relation littérale entre c , $[\text{Pb}^{2+} (\text{aq})]$ et $[\text{NO}_3^- (\text{aq})]$.

Donnée:

Masse molaire du nitrate de plomb = $331 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

EXERCICE 2 : Ions à connaître

Compléter le tableau suivant :

Nom	Formule chimique
	HO^-
sodium	
	O^{2-}
	MnO_4^-

Nom	Formule chimique
oxonium	
hydrogène	
sulfate	
	NO_3^-

EXERCICE 3 : 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⁻¹. 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⁻¹ 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 ΔP au cours de la transformation chimique.
 - 5.2. En utilisant la loi des gaz parfaits, exprimer littéralement n_{gazEXP} la quantité de matière de gaz produite au cours de la transformation.
 - 5.3. Calculer n_{gazEXP}

Aide aux calculs :

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

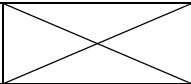
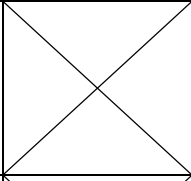
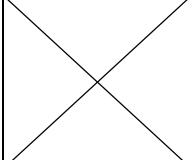
$$3 \times 5,5 = 16,5$$

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

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	$x_{max} =$					

Exercice 1: Dissolution d'un solide ionique

1. L'interaction électrique est responsable de la dissociation du cristal ionique.

Les molécules d'eau sont polarisées : l'atome d'oxygène porte une charge partielle -2δ et chaque atome d'hydrogène porte une charge partielle $+\delta$. Ceci car l'électronégativité de l'oxygène est supérieure à celle de l'hydrogène.

Il y a alors interaction électrique entre les charges portées par l'eau et les charges portées par les ions du cristal.

2. La notation (aq) signifie qu'au niveau microscopique les ions s'hydratent, ils s'entourent de molécules d'eau.
 $Cu^{2+}_{(aq)} = [Cu(H_2O)_6]^{2+}$

$$3. n = \frac{m}{M} \text{ et } c = \frac{n}{V} \quad \text{donc } c = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$c = \frac{66,2}{331 \times 0,250} = 0,800 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$4. n_0 = \frac{m}{M} = \frac{66,2}{331} = 0,200 \text{ mol de } Pb(NO_3)_2 \text{ (s) apporté en solution.}$$

5. équation chimique		$Pb(NO_3)_2 \text{ (s)}$	\rightarrow	$Pb^{2+}_{(aq)}$	+	$2 NO_3^-_{(aq)}$
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	$x = 0$	$n_0 = \frac{m}{M} = 0,200$		0		0
En cours de transformation	x	$n_0 - x = 0,200 - x$		x		$2x$
État final	$x_{max} = 0,200$	$n_0 - x_{max} = 0$		$x_{max} = 0,200$		$2x_{max} = 0,400$

$$6. [Pb^{2+}_{(aq)}] = \frac{n_{Pb^{2+}}}{V} = \frac{x_{max}}{V}$$

$$[Pb^{2+}_{(aq)}] = \frac{0,200}{0,250} = 0,800 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[NO_3^-_{(aq)}] = \frac{n_{NO_3^-}}{V} = \frac{2x_{max}}{V}$$

$$[NO_3^-_{(aq)}] = \frac{2 \times 0,200}{0,250} = 1,60 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$7. c = [Pb^{2+}_{(aq)}] = \frac{[NO_3^-_{(aq)}]}{2}$$

EXERCICE 2 :

Nom	Formule chimique
hydroxyde	HO^-
sodium	Na^+
oxyde	O^{2-}
permanganate	MnO_4^-

Nom	Formule chimique
oxonium	H_3O^+
hydrogène	H^+
sulfate	SO_4^{2-}
nitrate	NO_3^-

EXERCICE 3 : (...../ 8 pts) Validation d'une équation chimique par mesure de pression

1. Quantité de matière n_1 d'ions hypochlorite 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 NH_3 :

0,25

$$n_2 = c_2 \cdot V_2$$

0,25

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

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	X	0
2. En cours de transformation	x 1 pt	$n_1 - 3x = 9,0 \times 10^{-2} - 3x$	$n_2 - 2x = 4,0 \times 10^{-2} - 2x$	x	X	$3x$
État final	$x_{\text{max}} = 2,0 \times 10^{-2}$ 1,5 pt	$n_1 - 3x_{\text{max}} = 9,0 \times 10^{-2} - 3 \times 2,0 \times 10^{-2} = 3,0 \times 10^{-2}$	$n_2 - 2x_{\text{max}} = 4,0 \times 10^{-2} - 2 \times 2,0 \times 10^{-2} = 0$	$x_{\text{max}} = 2,0 \times 10^{-2}$	X	$3x_{\text{max}} = 6,0 \times 10^{-2}$

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

0,25

Si 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 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 m^3 , T en K

0,25

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

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

0,5 $n_{\text{gazEXP}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$. Le diazote étant la seule espèce gazeuse, les résultats expérimentaux sont en accord avec l'équation chimique, celle-ci est validée.