

DS n°2 « Avancement d'une réaction »

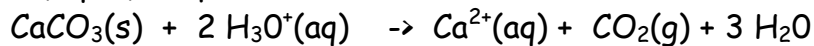
Attention : 1) expression littérales 2) vérifier les unités de vos expressions littérales de manière à ce que les unités soient respectées (mol = mol ; g = g etc..) 3) application numérique 2 fois avec la calculatrice (le dénominateur doit être mis entre parenthèse !) 4) souligner votre résultat et vérifier que vous n'avez pas oublié l'unité.

Exercice 1 :

Dans un ballon, on verse un volume $V_0 = 100 \text{ mL}$ d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) ayant une concentration molaire $C_0 = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, puis on introduit rapidement dans le ballon $2,0 \text{ g}$ de carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(\text{s})$. Il se forme des ions Ca^{2+} (en solution aqueuse, du dioxyde de carbone et de l'eau. (les ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ sont spectateurs et n'interviennent pas dans la transformation chimique).

1. (1 pt) Nommer les réactifs et les produits, sans tenir compte des ions spectateurs.

2. (3 pts) L'équation de la réaction est :



Démontrer que les quantités de matières initiales des réactifs, valent :

$n(\text{CaCO}_3) = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ et $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. L'eau étant le solvant, il est en large excès on ne calculera pas sa quantité de matière initiale.

3. (3 pts) Remplir le tableau d'avancement de la réaction avec les expressions littérales uniquement (sauf pour la dernière ligne qu'on complètera à la question 6).

Equation chimique	$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow$	$\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$	+	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}$	
Etat initial, $x = 0$					excès
Etat intermédiaire, l'avancement vaut x quelconque avec $0 < x < x_{\text{max}}$					excès
Etat final, l'avancement vaut x_{max}					excès
valeur numérique des quantités de matière à l'état final					

4. (2 pts) Quelle est la valeur de l'avancement maximal x_{max} ?

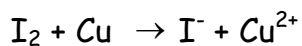
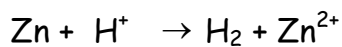
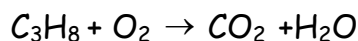
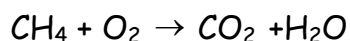
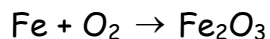
5. (1 pt) En déduire quel est le réactif limitant.

6. (3 pts) Déterminer les quantités de matières pour chacun des réactifs et chacun des produits à l'état final et compléter la dernière ligne du tableau d'avancement
7. (1 pt) Quelle quantité de matière 'n' d'acide chlorhydrique aurait-il fallu introduire dans le ballon pour avoir un mélange stœchiométrique avec $n(\text{CaCO}_3) = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$?
8. (1 pt) A Quel volume V_1 d'acide chlorhydrique cette quantité de matière n correspond t-elle ?

Données : $M(\text{Ca}) = 40,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 2 (2,5 points)

Equilibrer les équations chimiques suivantes:



Exercice 3 (2,5 points)

Pour déterminer la concentration molaire en diiode du Lugol (antiseptique) , il est ici nécessaire de diluer dix fois la solution commerciale notée S_0 . La solution obtenue est notée S_0' .

Le matériel mis à disposition est le suivant :

- béchers 50 mL, 100 mL, 250 mL ;
- pipettes jaugées 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL ;
- fioles jaugées 100,0 mL, 250,0 mL, 500,0 mL.

Quelle est le matériel nécessaire pour préparer S_0' ? Justifier. Décrire la préparation. Pour les explications, on notera C_0 la concentration en diiode de la solution S_0 , C_0' et V_0' la concentration et le volume de solution S_0' à préparer.

1. Les réactifs sont :

- Le carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(\text{s})$
- L'ion $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

Les produits sont :

- le dioxyde de carbone : $\text{CO}_2(\text{g})$
- l'eau H_2O

2.

$$n \text{CaCO}_3 = \frac{m \text{CaCO}_3}{M \text{CaCO}_3}$$

$$M \text{CaCO}_3 = 40,1 + 12,0 + 3 \times 16,0 = 100,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\Leftrightarrow n \text{CaCO}_3 = \frac{2,0}{100,1}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$C_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V(\text{H}_3\text{O}^+)} \text{ ou encore que } C_0 = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_0}$$

$$\text{Donc } n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = C_0 \times V_0$$

$$\text{Or } V_0 = 100 \text{ mL} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

$$\text{A.N. } n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 100 \cdot 10^{-3} \times 1,00 \cdot 10^{-1} \quad n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3.

Equation chimique		$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}$				
Etat du système	Avancement (en mol)					
Etat initial	$x_0 = 0$	$n(\text{CaCO}_3)$	$n \text{H}_3\text{O}^+$	0	0	excès
Etat intermédiaire	x	$n(\text{CaCO}_3) - x$	$n(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x$	x	x	excès
Etat final	x_{\max}	$n(\text{CaCO}_3) - x_{\max}$	$n(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	excès
	$5,00 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	0	$5,00 \cdot 10^{-3}$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	excès

4.

Si le réactif limitant est CaCO_3 , on a : $2,0 \cdot 10^{-2} - x_{\max} = 0$

$$\text{Donc } x_{\max} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Si le réactif limitant est H_3O^+ , on a : $1,00 \cdot 10^{-2} - 2 x_{\max} = 0$

$$\text{Donc } x_{\max} = \frac{1,00 \cdot 10^{-2}}{2} = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

La valeur de x_{\max} à retenir est la plus petite valeur donc :

$$x_{\max} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

5. Le réactif limitant est l'acide chlorhydrique il correspond à la valeur de x_{\max} la plus petite, sa quantité de matière à l'état finale est nulle

$$6. n \text{CaCO}_3 = 2,0 \cdot 10^{-2} - x_{\max} = 2,0 \cdot 10^{-2} - 5,0 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Donc } \boxed{n \text{CaCO}_3 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

$$\text{H}_3\text{O}^+ \text{ est le réactif limitant donc } \boxed{n \text{H}_3\text{O}^+ = 0 \text{ mol}}$$

$$n \text{Ca}^{2+} = n \text{CO}_2 = x_{\max} \text{ Donc } \boxed{n \text{Ca}^{2+} = n \text{CO}_2 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

$$n \text{H}_2\text{O} = 3x_{\max} = 3 \times 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ Donc } \boxed{n \text{H}_2\text{O} = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

⇒ le tableau d'avancement est complété avec ces valeurs.

7. Pour avoir un mélange stœchiométrique, il faut que :

$$\frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{2} = \frac{n(\text{CaCO}_3)}{1} \text{ donc } n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \times n(\text{CaCO}_3)$$

$$\text{A.N.]} n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2,0 \cdot 10^{-2} \times 2$$

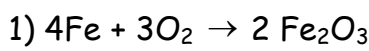
$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$8. n(\text{H}_3\text{O}^+) = C \times V$$

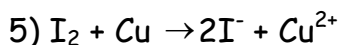
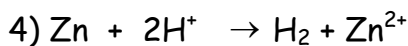
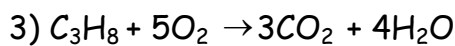
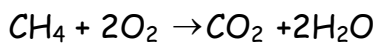
$$\text{donc } V = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{C}$$

$$\text{A.N.]} V = \frac{4,0 \times 10^{-2}}{1,00 \times 10^{-1}} \text{ soit } \boxed{V = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ L}}$$

Exercice 2



2) Vidéo



Exercice 3

Au cours d'une dilution la quantité de matière n_0 de diiode prélevée dans la solution mère est égale à la quantité de matière n'_0 de diiode se retrouvant dans la solution fille : $n_0 = n'_0$ donc $C_0 V_0 = C'_0 V'_0$.

Le volume de solution mère V_0 à prélever est donc : $V_0 = \frac{C'_0 \cdot V'_0}{C_0}$

Or solution est diluée dix fois donc $C'_0 / C_0 = 1/10$ donc $V_0 = \frac{C'_0 \cdot V'_0}{C_0} = \frac{V'_0}{10}$

Il nous faut donc une **pipette jaugée de volume $V_0 = 10,0 \text{ mL}$** et une **fiolle jaugée de volume $V'_0 = 100,0 \text{ mL}$**)

Prélever le volume V_0 avec la pipette jaugée de 10 mL surmontée d'un pipeteur (ou propipette).

Verser le contenu dans une fiolle jaugée de 100 mL ; compléter jusqu'au trait de jauge ; boucher.