

## EXERCICES CH.4 : QUANTITÉ D'ESPÈCES CHIMIQUES

### 1 Nécessité de la mole

Le moteur principale de la fusée Ariane est propulsé par la réaction entre le dihydrogène et le dioxygène, d'équation :  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ .

1. Quelle doit être la relation entre le nombre de molécules de dihydrogène et le nombre de molécules de dioxygène dans les réservoirs de la fusée ?

Sachant que le réservoir de  $\text{H}_2$  de la fusée peut contenir 26 tonnes de  $\text{H}_2$ , quelle est la masse nécessaire de  $\text{O}_2$  à embarquer ?

2. Pourquoi ne peut-on pas répondre à cette question avec les données de l'exercice ?

*Remarque : que cela ne vous empêche pas de dormir, on pourra répondre à cette question à la fin du chapitre. Elle est juste là pour que vous rendiez-compte de l'importance de ce que l'on est en train d'étudier.*

### 2 Une mole, c'est énorme !

Données

- Diamètre d'un grain de sable moyen : 0,5 mm
- Volume d'une sphère de rayon  $r$  :  $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$
- Surface du Sahara :  $9,40 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

Si on devait prélever une mole de grains de sable de manière uniforme sur toute la surface du Sahara, quelle épaisseur cela représenterait-il ?

### 3 Calcul de masse molaire moléculaire

Calculer la masse molaire des molécules ou ions suivants :

- La molécule la plus légère qui existe :  $\text{H}_2$
- Le saccharose (le sucre que l'on achète au marché) de formule brute :  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .
- L'ion sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ .

### 4 Densité de liquide

1. L'huile comestible a une densité moyenne de 0,8. Quelle est la masse d'un litre d'huile ?

2. Le dichlorométhane est un solvant assez courant, il a la particularité d'être plus dense que l'eau, ce qui est assez rare pour un solvant organique. Sa densité est de 1,33. Quelle est la masse d'un volume de 50 mL de ce liquide ?

### 5 Sur l'eau salée

On dissout 4,8 g de chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  de masse molaire  $M = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  dans de l'eau de manière à obtenir 250 mL de solution S.

- 1.a. Quelle espèce chimique constitue le solvant ?  
1.b. Quelle espèce chimique constitue le soluté ?

- 2.a. Calculer la concentration massique  $c_m$  de cette solution.  
2.b. Calculer la concentration molaire  $c$  de cette solution.

### 6 Dilution d'une solution

À partir d'une solution mère de concentration  $c = 0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , on souhaite réaliser 500 mL d'une solution fille  $S_F$  50 fois moins concentrée.

1. Quelle sera la valeur  $c_F$  de la concentration de  $S_F$  ?
2. Calculer le volume de solution mère à prélever pour réaliser  $S_F$ .
3. Décrire toutes les étapes nécessaires à la réalisation de  $S_F$ .

### 7 Préparation d'une solution

On souhaite préparer une solution de chlorure de potassium ( $\text{K}^+ + \text{Cl}^-$ ). La masse molaire du potassium vaut  $M_K = 39 \text{ g/mol}$ , celle du chlore est de  $M_{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$ .

1. Calculer la masse molaire du chlorure de potassium.

On introduit 0,745 g de chlorure de potassium dans une fiole jaugée de 100 mL. On ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge. On bouche la fiole et on agite.

- 2.a. Calculer la concentration massique de cette solution en g/L.  
2.b. Quelle quantité de matière représente 0,745 g de KCl ?  
2.c. En déduire la concentration molaire de la solution préparée.

### 8 Pour s'entraîner davantage

#### Masse et masse molaire (2014)

Données : quelques masses molaires, en g/mol :

Oxygène : 16,0 ; Carbone : 12,0 ; Hydrogène : 1,0 ; Cuivre : 63,5

Formule brute	Masse molaire (g/mol)	Masse (g)	Quantité de matière unité : .....
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$	.....	.....	$5,0 \times 10^{-3}$
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	.....	0,975	.....

#### Dilution d'une solution-mère

On dispose d'une solution mère de concentration  $c_M = 0,10 \text{ mol/L}$ . On souhaite obtenir un volume  $V_F = 200 \text{ mL}$  de solution fille à la concentration  $c_F = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ .

Quel volume  $V_M$  de la solution mère faut-il prélever ?

#### Réalisation de solutions

On souhaite réaliser 0,10 L d'une solution de saccharose  $S_1$  à partir de 3,42 g de saccharose solide.

1. Décrire les différentes étapes de la réalisation de la solution  $S_1$ , en précisant à chaque fois la verrerie à utiliser.

On souhaite maintenant obtenir, à partir de  $S_1$ , 0,10 L d'une solution  $S_2$  deux fois moins concentrée que  $S_1$ .

2. Décrire les différentes étapes de la réalisation de la solution  $S_2$ .

#### L'eau de Javel (2014)

L'eau de Javel (Lavandina) est une solution aqueuse contenant des ions  $\text{Na}^+$  et des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$ . La masse molaire des ions  $\text{ClO}^-$  vaut  $M = 51,5 \text{ g/mol}$ . La concentration molaire de l'eau de Javel en ions hypochlorite vaut  $c = 0,75 \text{ mol/L}$ .

- 1.a. Quelle espèce chimique constitue le solvant ? [0,25]  
1.b. Quelles espèces chimiques constituent le soluté ? [0,25]
2. Quelle quantité de matière d'ions  $\text{ClO}^-$  se trouvent dans 500 mL de solution ? [0,5]
- 3.a. Calculer la masse d'ions  $\text{ClO}^-$  dans 1 L d'eau de Javel. [0,5]  
3.b. En déduire la concentration massique en ions  $\text{ClO}^-$  de l'eau de Javel [0,25]

À partir de cette eau de Javel, on souhaite réaliser 100 mL d'une solution fille  $S'$  2 fois moins concentrée.

- 4.a. Quelle sera la valeur de la concentration de  $S'$  ? [0,25]  
4.b. Calculer le volume de solution S à prélever pour réaliser  $S'$ . [0,5]  
4.c. Décrire toutes les étapes nécessaires à la réalisation de  $S'$ . [0,5]

### Correction

#### Ex.1

1. Il doit y avoir deux fois plus de  $\text{H}_2$  que de  $\text{O}_2$  (regardez les nombres stœchiométriques de l'équation-bilan de la réaction).

2. Pour pouvoir calculer cette masse, il faudrait que l'on connaisse la différence de masse entre  $\text{O}_2$  et  $\text{H}_2$ .

#### Ex.2

Volume d'un grain de sable :  $V = \frac{4}{3}\pi \cdot (0,25 \cdot 10^{-3})^3 = 6,54 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$

Volume d'une mole de grain de sable :  $V_{\text{mol}} = V \times 6,0 \cdot 10^{23} = 3,93 \cdot 10^{13} \text{ m}^3$

Comme,  $V = S \cdot h$ ,  $S$  étant la surface du Sahara et  $h$  la hauteur de sable nécessaire, on peut écrire :  $h = V/S$

Il faut convertir les  $\text{km}^2$  en  $\text{m}^2$  :  $1 \text{ km}^2 = 1000 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 10^6 \text{ m}^2$

donc  $h = 3,93 \cdot 10^{13} / 9,40 \cdot 10^6 \times 10^6 \text{ m}^2 = 4,2 \text{ m} !!$

Pour récupérer une mole de grain de sable sur la totalité du Sahara, il faudrait récupérer une épaisseur de 4,2 m.

**Ex. 3**

Il faut d'abord rechercher la masse molaire atomique des différents éléments dans un tableau périodique :  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{S}) = 32,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- $M(\text{H}_2) = 2 \times M(\text{H}) = 2,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- $M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12 \times M(\text{C}) + 22 \times M(\text{H}) + 11 \times M(\text{O}) = 342,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- $M(\text{SO}_4^{2-}) = M(\text{S}) + 4 \times M(\text{O}) = 96,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Remarque : la masse des électrons étant négligeable devant la masse des protons et des neutrons, le calcul de la masse molaire d'un ion se fait sans tenir compte de sa charge.

**Ex. 4**

1.  $d_{\text{huile}} = 0,8$  donc 1 mL d'huile a une masse de 0,8 g et 1 L d'huile a une masse de 800 g.

2. 1 mL de dichlorométhane a une masse de 1,33 g donc 50 mL ont une masse de  $50 \times 1,33 = 66,5 \text{ g}$ .

**Ex. 5**

1.a Solvant : l'eau

1.b Soluté : chlorure de sodium

2.a  $c = \frac{n}{V}$ , il faut donc calculer  $n$  pour pouvoir calculer  $c$ .

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4,8}{58,5} = 0,082 \text{ mol. Donc } c = \frac{0,082}{250 \cdot 10^{-3}} = 0,328 \text{ mol/L}$$

$$2.b \quad c_m = \frac{m}{V} = \frac{4,8}{250 \cdot 10^{-3}} = 19,2 \text{ g/L}$$

**Ex. 6**

$$1. \quad c_F = \frac{c}{50} = \frac{0,30}{50} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

2. On utilise la formule de la dilution :  $c_M \cdot V_M = c_F \cdot V_F$   
On cherche le volume  $V_M$  à prélever.

$$V_M = \frac{c_F \cdot V_F}{c_M} = \frac{0,006 \times 0,5}{0,30} = 0,01 \text{ L (soit 10 mL)}$$

3. On prélève 10 mL de solution-mère avec une pipette jaugée. On verse ce volume dans une fiole jaugée de 500 mL.  
On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On bouche et on agite.

**Ex. 7**

1.  $M_{\text{KCl}} = 39 + 35,5 = 74,5 \text{ g/mol}$

$$2.a \quad c_m = \frac{m}{V} = \frac{0,745}{100 \cdot 10^{-3}} = 7,45 \text{ g/L.}$$

$$b. \quad n = \frac{m}{M} = \frac{0,745}{74,5} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$c. \quad c = \frac{n}{V} = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{100 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol/L.}$$

**Ex. 8****Masse et masse molaire (2014)**

Formule brute	Masse molaire (g/mol)	Masse (g)	Quantité de matière unité : mol
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$	$4 \times 12 + 10 + 2 \times 16 = 90$	$50 \cdot 10^{-3} \times 90 = 0,45$	$5,0 \times 10^{-3}$
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$63,5 + (16 + 1) \times 2 = 97,5$	0,975	$0,975 / 97,5 = 0,01$

**Dilution d'une solution-mère**

Il faut prélever  $V_M = C_F \cdot V_F / C_M = 10 \text{ mL}$

**Réalisation de solutions**

1. Étapes de la réalisation de la solution  $S_1$

- Peser 3,42 g de saccharose
- Les introduire dans une fiole jaugée de 100 mL
- Remplir la fiole à moitié avec de l'eau, boucher et agiter.
- Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge, boucher et agiter.

2. Étapes de la réalisation de la solution  $S_2$ .

- Prélever 50 mL de  $S_1$  avec une pipette jaugée de 50 mL.
- Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 100 mL.
- Compléter avec de l'eau, boucher et agiter.

**Eau de Javel (2014)**

1.a Solvant : eau

1.b Soluté :  $\text{Na}^+$  et  $\text{ClO}^-$

$$2. \quad n = c \cdot V = 0,75 \times 0,5 = 0,375 \text{ mol}$$

3.a Dans 1L d'eau de Javel, il y a 0,75 mol, donc  $m = 0,75 \times 51,5 = 38,6 \text{ g}$

3.b La concentration massique est donc de 38,6 g/L

$$4.a \quad C_S = 0,375 \text{ mol/L}$$

$$4.b \quad V_S = C_S \times V_S / c = 0,375 \times 0,1 / 0,75 = 0,05 \text{ L (soit 50 mL)}$$

4.c Prélever 50 mL d'eau de Javel avec une pipette jaugée de 50 mL  
Verser ces 50 mL dans une fiole jaugée de 100 mL  
Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge  
Boucher et agiter.