

2 ^{nde}	Exercices Chapitre 1
Chimie	Corps purs, mélanges et identification d'espèces chimiques

Exercice 1 : Composition massique du sel marin

Enoncé:

Dans 500g de sel marin, on trouve :

- 385g de chlorure de sodium (NaCl)
- 50g de chlorure de magnésium (MgCl)
- 30g de sulfate de magnésium (MgSO₄)

Déterminez la composition massique de ce mélange.

Correction:

Afin de déterminer la composition massique de ce mélange, il faut déterminer le pourcentage massique de chaque espèce chimique.

- Le pourcentage massique du chlorure de sodium (noté NaCl) est :

$$\%_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{totale}}} \times 100 = \frac{385}{500} \times 100 = 77 \%$$
- Le pourcentage massique du chlorure de magnésium (noté MgCl) est :

$$\%_{\text{MgCl}} = \frac{m_{\text{MgCl}}}{m_{\text{totale}}} \times 100 = \frac{50}{500} \times 100 = 10 \%$$
- Le pourcentage massique du sulfate de magnésium (noté MgSO₄) est :

$$\%_{\text{MgSO}_4} = \frac{m_{\text{MgSO}_4}}{m_{\text{totale}}} \times 100 = \frac{30}{500} \times 100 = 6 \%$$

Exercice 2: Composition du fer

Enoncé:

L'acier est un alliage contenant du fer et du carbone. Une barre d'acier de 3,7kg a un pourcentage massique de carbone égal à 1,8% : $p_{\text{carbone}} = 1,8\%$.

Calculer la masse de fer contenu dans la barre d'acier de 3,7kg.

Correction:

Le pourcentage massique du carbone s'exprime :

$$p_{\text{carbone}} = \frac{m_{\text{carbone}}}{m_{\text{totale}}} \times 100$$

Soit en multipliant de par et d'autre du signe égal par m_{totale} , on obtient :

$$\frac{p_{\text{carbone}} \times m_{\text{totale}}}{100} = m_{\text{carbone}}$$

On connaît m_{totale} , il s'agit de la masse de la barre d'acier. On connaît $\%_{\text{carbone}}$, on peut donc calculer m_{carbone} .

$$m_{\text{carbone}} = \frac{p_{\text{carbone}} \times m_{\text{totale}}}{100} = \frac{1,8 \times 3,7}{100} = 0,067 \text{ kg}$$

Dans l'acier il y a uniquement du fer et du carbone, pour accéder à la masse de fer il nous suffit alors de calculer :

$$m_{\text{fer}} = m_{\text{totale}} - m_{\text{carbone}} = 3,7 - 0,067 = 3,63 \text{ kg}$$

La barre d'acier contient donc 3,63kg de fer (et 0,07g de carbone).

Exercice 3: Masse volumique du mercure liquide

Enoncé:

Une canette de soda de 33cL est remplie de mercure liquide. La masse volumique du mercure est de $\rho = 13,5 \text{ kg.L}^{-1}$.

Calculer la masse de mercure liquide contenue dans la canette.

Correction:

La masse volumique s'exprime comme étant le rapport de la masse de l'échantillon sur le volume de l'échantillon (ici du mercure liquide) :

$$\rho_{\text{mercure}} = \frac{m_{\text{mercure}}}{V_{\text{mercure}}}$$

En multipliant cette équation (de part et d'autre du signe égal) par V_{mercure} , on obtient :

$$\rho_{\text{mercure}} \times V_{\text{mercure}} = m_{\text{mercure}}$$

On peut donc obtenir aisément la masse de mercure liquide en utilisant cette formule :

$$m_{\text{mercure}} = \rho_{\text{mercure}} \times V_{\text{mercure}}$$

La masse volumique s'exprime en kg.L^{-1} (soit kg/L).

Le volume figurant dans l'énoncé est exprimé en cL.

Nous voulons obtenir la masse en kg. Il faut donc multiplier la masse volumique qui s'exprime ici en kg/L par un volume s'exprimant en L !

Attention : On ne multiplie pas une valeur en kg/L par une valeur en cL !!

Il nous faut donc convertir le volume en litres : $V_{\text{mercure}} = 33\text{cL} = 0,33\text{L}$

On peut alors reprendre le calcul :

$$m_{\text{mercure}} = \rho_{\text{mercure}} \times V_{\text{mercure}} = 13,5 \text{ (kg/L)} \times 0,33 \text{ (L)} = 4,5 \text{ kg.}$$

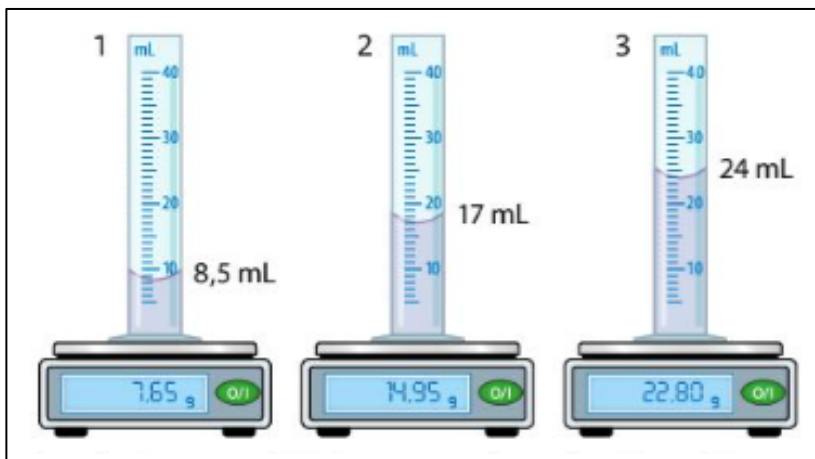
La canette contient donc 4,5 kg de mercure liquide.

Usuellement, nous n'indiquons pas les unités dans le calcul, on indique l'unité du résultat uniquement. Mais cela peut parfois aider certains élèves à comprendre, n'hésitez pas à le faire si vous en avez besoin.

Exercice 4: Masse volumique du mercure liquide

Enoncé:

Retrouver l'huile essentielle contenue dans chaque éprouvette. Les résultats expérimentaux ont été obtenus après avoir effectué la tare sur les éprouvettes vides. Utiliser pour répondre à la question, les données fournies ci-dessous.



Données :

Huile essentielle	Basilic	Menthe	Lavande
Masse volumique (en kg.L ⁻¹)	0,95	0,90	0,88

Correction :

Le tableau de données nous fournit les masses volumiques de différentes huiles essentielles, nous allons donc calculer les masses volumiques des liquides 1, 2 et 3 afin de déterminer leur nature.

Commençons par calculer la masse volumique du premier liquide :

1. $\rho = \frac{m}{V} = \frac{7,65 \text{ (g)}}{8,5 \text{ (mL)}}$ où m est la masse de l'échantillon et V son volume. Les balances ayant été tarées lorsque les éprouvettes étaient vides, il suffit de lire les valeurs affichées sur les balances pour déterminer la masse de l'échantillon. Le volume de l'échantillon est lu par lecture du volume de l'éprouvette graduée.

Le tableau de données fournit les masses volumiques en kg.L⁻¹ (soit kg/L). Il faut donc que l'on convertisse la masse en kg et le volume en L.

Rappel :

1000g = 1kg. Pour passer des grammes au kg, je divise donc par 1000.

1000mL = 1L. Pour passer des mL au L, je divise donc par 1000.

Il suffit donc de reprendre le calcul précédent en divisant le numérateur et le dénominateur par 1000.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{7,65 \text{ (g)}}{8,5 \text{ (mL)}} = \frac{\frac{7,65}{1000} \text{ (kg)}}{\frac{8,5}{1000} \text{ (L)}}$$

Pour poursuivre le calcul, vous pouvez taper directement ce calcul à la calculatrice, mais vous pouvez aussi simplifier la fraction. En effet on constate que l'on fait la même opération mathématique au numérateur et au dénominateur (division par 1000), les 1000 se simplifient donc. On obtient donc :

$$\rho = \frac{\frac{7,65}{1000} (kg)}{\frac{8,5}{1000} (L)} = \frac{7,65}{8,5} = 0,9 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$$

La masse volumique du premier liquide est égale à 0,9 kg.L⁻¹, ceci correspond à la masse volumique de l'huile essentielle de menthe. Le premier liquide est donc de l'huile essentielle de menthe.

2. Calculons désormais la masse volumique du deuxième liquide :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{14,95 (g)}{17 (mL)} = \frac{\frac{14,95}{1000} (kg)}{\frac{17}{1000} (L)} = 0,88 \text{ kg/L} \text{ (*attention aux chiffres significatifs !*)}$$

La masse volumique du deuxième liquide est égale à 0,88 kg.L⁻¹, ceci correspond à la masse volumique de l'huile essentielle de lavande. Le deuxième liquide est donc de l'huile essentielle de lavande.

3. Calculons désormais la masse volumique du troisième liquide :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{22,80 (g)}{24 (mL)} = \frac{\frac{22,80}{1000} (kg)}{\frac{24}{1000} (L)} = 0,95 \text{ kg/L} \text{ (*attention aux chiffres significatifs !*)}$$

La masse volumique du troisième liquide est égale à 0,95 kg.L⁻¹, ceci correspond à la masse volumique de l'huile essentielle de basilic. Le troisième liquide est donc de l'huile essentielle de basilic.

Exercice 5: CCM de l'huile essentielle de menthe

Enoncé :

On réalise une CCM en déposant une goutte de solution d'huile essentielle de menthe en 1, de menthol en 2, de menthone en 3, de menthofurane en 4 et d'eucalyptol en 5. On obtient le chromatogramme ci-contre.



Chromatogramme

Questions:

1. L'huile essentielle étudiée est-elle un corps pur ou mélange ?

2. Quels constituants de l'huile essentielle peut-on identifier ?

Rédiger la réponse sous la forme d'un texte argumentatif en employant : J'observe que Or je sais que J'en déduis que

3. Expliquer comment réaliser expérimentalement une Chromatographie sur Couche Mince (CCM) en détaillant la verrerie et le matériel utilisé.

Correction :

1. L'huile essentielle étudiée correspond au premier dépôt. On constate qu'après élution, plusieurs tâches apparaissent au dessus du repère 1. Ceci indique que l'huile essentielle est composée de plusieurs espèces chimiques (ayant chacune élué/monté à une hauteur différente), c'est donc un mélange.

2. Pour identifier les composants de l'huile essentielle, il faut regarder si certaines tâches du premier dépôt (d'huile essentielle) ont monté à la même hauteur que les autres tâches des autres dépôts.

- J'observe que l'huile essentielle (dépôt 1) a une tâche qui est montée (a migré) à la même hauteur que la tache du deuxième dépôt (menthol). Or je sais que sur une même plaque, une même espèce chimique présente dans des dépôts différents migre à la même hauteur. **J'en déduis donc que l'huile essentielle contient du menthol.**
- J'observe que l'huile essentielle (dépôt 1) a une tâche qui est montée (a migré) à la même hauteur que la tache du troisième dépôt (menthone). Or je sais que sur une même plaque, une même espèce chimique présente dans des dépôts différents migre à la même hauteur. **J'en déduis donc que l'huile essentielle contient du menthone.**
- **Rappel : On ne s'intéresse qu'à la hauteur de la tâche et non à la taille de la tâche.**
- On constate que l'huile essentielle (dépôt 1) a une tâche qui est montée à la même hauteur que la tache du quatrième dépôt (mentholfurane). Or je sais que sur une même plaque, une même espèce chimique présente dans des dépôts différents migre à la même hauteur. **J'en déduis donc que l'huile essentielle contient du mentholfurane.**

La tâche du dépôt 5 (eucalyptol) a migré/ est monté à une hauteur ne correspondant à aucune tâche du dépôt de l'huile essentielle. L'huile essentielle étudiée ne contient donc pas d'eucalyptol.

3. L'expérimentateur dépose sur une plaque de chromatographie une goutte de chaque liquide à analyser à l'aide d'un capillaire. Si l'échantillon que l'on souhaite analyser est un solide, il faut au préalable le dissoudre.

On plonge ensuite délicatement la plaque dans une cuve à chromatographie contenant un fond d'éluant. Il ne faut surtout pas noyer les dépôts.

L'éluant va monter le long de la plaque par capillarité et entraîner plus ou moins les différentes espèces chimiques déposées, suivant leur nature.

En récupérant la plaque au bout de quelques minutes, on aura donc ainsi séparé les différents constituants du mélange pour les identifier. Au moment où l'on sort la plaque il faut indiquer par un trait là où l'éluant est monté, on parle de front de l'éluant (avant qu'il ne s'évapore et qu'on ne puisse plus distinguer cette limite).

Exercice 6: Distinguer des espèces chimiques

Enoncé :

Le tableau ci-dessous donne les températures de fusion T_{fus} et d'ébullition $T_{\text{éb}}$, ainsi que la masse volumique de quatre espèces chimiques

Espèce	$T_{\text{fus}}(^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{éb}}(^{\circ}\text{C})$	$\rho \text{ (kg.m}^{-3}\text{)}$
Butanone	-85,9	79,6	0,805
Butanal	-96,9	74,8	0,802
Camphène	51	159	0,842
Naphtalène	80,2	217,9	1,162

1. a. Identifier les deux espèces solides à 25°C.
- 1.b. Ces deux solides sont insolubles dans l'eau. Proposer une méthode simple permettant de les distinguer.
2. Décrire une expérience que l'on pourrait réaliser pour distinguer les 2 espèces liquides en précisant la verrerie utilisée.
3. Donner la masse volumique du Butanal en g.mL⁻¹

Correction :

- La fusion est le passage de l'état solide à l'état liquide (changement d'état).
La température de fusion est donc la température à laquelle l'espèce chimique passe de l'état solide à l'état liquide.
- L'ébullition est le passage de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur).
La température d'ébullition est donc la température à laquelle l'espèce chimique passe de l'état liquide à l'état gazeux.

1. a) A 25 °C, les espèces chimiques à l'état solide sont les espèces qui ont une température de fusion supérieure à 25°C. Ainsi à 25°C elles sont toujours à l'état solide puisque la température n'est pas suffisante pour faire fondre le solide.
Il s'agit donc du Camphène et du Naphtalène.

1. b) On peut :

- soit mesurer leur température de fusion avec un banc Köffler
- soit déterminer leur masse volumique en mesurant la masse d'un certain volume de ces solides.
Les solides étant insolubles dans l'eau, cela signifie qu'ils ne se dissolvent pas dans l'eau donc on peut déterminer le volume des solides par les mêmes méthodes établies au TP n°3 pour les solides (déplacement d'eau).

2. On peut chauffer les deux liquides jusqu'à ébullition et relever leur température d'ébullition à l'aide d'un thermomètre. Les densités sont trop proches pour les distinguer.

3. Selon le tableau de données, la masse volumique du butanal est $\rho = 0,802 \text{ kg.m}^{-3} = \frac{0,802 \text{ (kg)}}{1 \text{ (m}^3\text{)}}$

- Masse : Nous devons premièrement convertir les kilogrammes en grammes :
1kg=1000g donc pour passer des kg. aux g. il suffit de multiplier par 1000. Il nous faut donc multiplier par 1000 le numérateur.

- Volume : Nous devons désormais convertir les m³ en mL.
1 m³= 1000L or 1L = 1000 mL donc 1 m³= 1000000 mL

Pour passer des m³ aux mL, nous devons donc multiplier par 1000000. Il nous faut donc multiplier par 1000000 le dénominateur.

$$\rho = 0,802 \text{ kg.m}^{-3} = \frac{0,802 \times 1000 \text{ (g)}}{1 \times 1000000 \text{ (mL)}} = \frac{0,802}{1000} = \boxed{8,02 \times 10^{-4} \text{ g.mL}^{-1}}$$