

C1 – Identification

Espèces chimiques

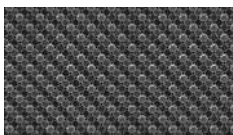
Livre p. 20
 TP C1 - Découverte du laboratoire
 TP C2 - Tests chimiques
 TP C3 - Masse volumique

I. Espèces chimiques

1. Corps pur

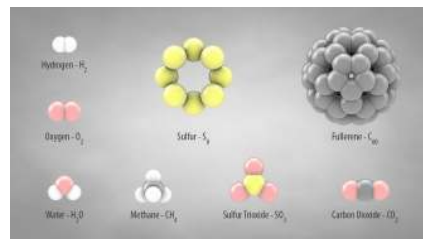
Un corps pur est un échantillon constitué d'une seule espèce chimique. Cette espèce chimique peut être :

— un atome :
 hélium (He), carbone (C), aluminium (Al),



Atomes de carbone dans un cristal de diamant

— une molécule :
 eau (H₂O), dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄),



— un ion :
 sodium (Na⁺), chlorure (Cl⁻), hydroxyde (HO⁻), oxonium (H₃O⁺)...

2. Mélanges

Un mélange est constitué de plusieurs espèces chimiques. On distingue deux types de mélanges :

— les mélanges homogènes :
 dont on ne peut distinguer les constituants,



Solution homogène de permanganate de potassium après dissolution.

— les mélanges hétérogènes :
 dont on peut distinguer au moins deux constituants.



Gouttelettes d'huile dans une solution d'hydroxyde de sodium

II. Identification à l'aide de propriétés physiques

1. Température de changement d'état

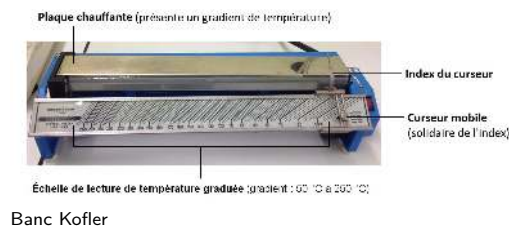
La température de fusion T_f d'une espèce chimique marque le passage de l'état solide à l'état liquide (fusion).

La température d'ébullition T_{eb} d'une espèce chimique marque le passage de l'état liquide à l'état gazeux (vaporisation).

Les températures de changement d'état sont caractéristiques d'une espèce chimique :

Espèce	Eau	Éthanol	Dioxygène	Diazote	Dioxyde de carbone
T_f (°C)	0	-114	-219	-210	-78 (sublimation)
T_{eb} (°C)	100	79	-183	-196	-57 (5,12 atm)

On peut identifier une espèce chimique ou vérifier sa pureté en mesurant sa température de fusion avec un banc Kofler.



2. Masse volumique

La masse volumique ρ (« rho ») est le quotient de la masse d'un échantillon d'espèce chimique par son volume :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ : masse volumique (kg · m⁻³)
 m : masse (kg)
 V : volume (m³)

Remarques

$$x^{-1} = \frac{1}{x} \quad \text{donc} \quad 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \rho V = \rho \cdot V = \rho \times V$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Plus la masse volumique est élevée, plus une espèce chimique semble « lourde ».

Exemples

Espèce	Air	Éthanol	Eau	Fer	Or
ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1,3	789	1000	7860	19300
ρ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	0,0013	0,789	1,000	7,86	19,3

- si $\rho < 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$: l'espèce chimique flotte dans l'eau
- si $\rho > 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$: l'espèce chimique coule dans l'eau

On peut déterminer la composition d'un mélange en mesurant sa masse volumique : c'est le principe de l'alcoomètre.

Ex. 27 p. 33 – Flottage du bois



Alcoomètre

Conversions

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$$

$$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = \frac{1000 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3} = 10^{3-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$$

Ex. 13 p. 31 – Conversion

III. Identification à l'aide de propriétés chimiques

1. Tests chimiques

Un test chimique permet d'identifier une espèce chimique grâce à une réaction chimique particulière avec une autre espèce chimique.

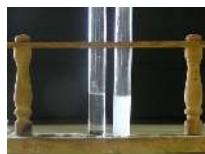
Identification de l'eau

Le sulfate de cuivre anhydre se colore en bleu en présence d'eau (H_2O).



Identification du dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone (CO_2) trouble l'eau de chaux, il forme un précipité blanc.



Identification du dioxygène

Le dioxygène (O_2) qui est un comburant, ravive la combustion d'un morceau de charbon incandescent.



Identification du dihydrogène

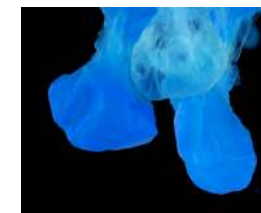
Le dihydrogène (H_2) qui est un combustible, détone à l'approche d'une flamme.



Identification d'ions par réaction de précipitation

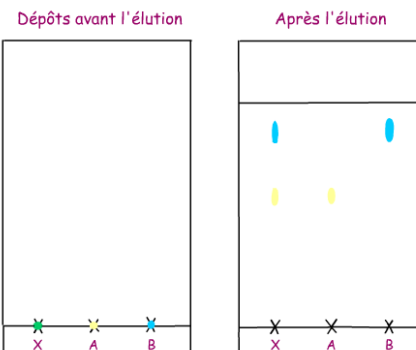
Certains ions forment un précipité de couleur caractéristique en réagissant avec un autre ion :

- Les ions chlorure donnent un précipité blanc en présence de nitrate d'argent.
- Les ions cuivre donnent un précipité bleu en présence d'hydroxyde de sodium.



Précipité bleu d'hydroxyde de cuivre

2. Chromatographie sur couche mince (CCM)



Chromatographie d'un échantillon X et comparaison aux espèces A et B

Lors de l'éluion, l'éluant entraîne les espèces chimiques à différentes vitesses.

Les espèces chimiques se séparent en fonction de leur affinité avec la phase fixe (silice, papier...) et la phase mobile (éluant).

Si les tâches sont à la même hauteur, les espèces chimiques sont identiques.

On identifie une espèce chimique en la comparant à une espèce de référence.

Exercices

Ex. 13 p. 31

Un échantillon d'acétone de volume $V = 40 \text{ mL}$ a une masse $m = 31,6 \text{ g}$.
Exprimer puis calculer la masse volumique ρ de l'acétone en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ puis en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

SOLUTION

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ avec } m = 31,6 \text{ g et } V = 40 \text{ mL.}$$

$$\rho = \frac{31,6 \text{ g}}{40 \text{ mL}} = 0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}.$$

$$1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ et } 1 \text{ g} = 1 \times 10^{-3} \text{ kg.}$$

$$\text{Donc : } \rho = \frac{31,6 \times 10^{-3} \text{ kg}}{40 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 7,9 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Un échantillon d'éther de volume $V = 40 \text{ mL}$ a une masse $m = 28,5 \text{ g}$.
Exprimer puis calculer la masse volumique ρ de l'éther en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ puis en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Ex. 23 p. 32

Citer la masse volumique de l'eau dans le Système international.
Exprimer cette masse volumique en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, une unité plus usuelle en chimie.

Aide méthodologique

- ▶ Donner l'expression littérale de la masse volumique.
- ▶ Traduire la valeur en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ sous la forme d'un quotient en utilisant l'expression littérale précédente et en indiquant les unités.
- ▶ Convertir la valeur de la masse au numérateur de kg en g et celle du volume au dénominateur de m^3 en mL .
- ▶ Calculer la valeur de la masse volumique en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Ex. 25 p. 33

Après une absence prolongée dans un logement, l'eau qui s'écoule du robinet peut prendre une coloration brunâtre.
Pour identifier l'espèce chimique responsable de cette couleur, les tests ci-dessous sont réalisés.

Espèce testée	Réactif	Résultat
Ion chlorure	Solution de nitrate d'argent	Négatif
Ion fer	Solution d'hydroxyde de sodium	Positif, formation d'un précipité
Ion calcium	Solution d'oxalate d'ammonium	Négatif

- a. Identifier l'espèce chimique ainsi mise en évidence.
- b. Proposer une explication à la présence de cette espèce dans l'eau du robinet.

Ex. 27 p. 33



« Du Moyen Âge jusqu'à la fin du XIX^e siècle, en Europe occidentale, le flottage était le mode de transport le plus courant et le moins onéreux pour le bois. La méthode la plus rudimentaire consiste à rassembler le bois sur la rive, à marquer chaque pièce du symbole choisi par son propriétaire et à laisser les grumes descendre librement le cours d'eau au gré du courant, de préférence lors des crues annuelles. »

D'après <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Flottage%20du%20bois/fr-fr/>

Données

Masse volumique de différentes essences de bois, en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$:

Peuplier	Ébène	Pin	Frêne
390	1 150	500	840

Indiquer si le transport par flottage est envisageable pour tous ces bois.

Ex. 29 p. 33

Composé de plusieurs tubes cylindriques, le cadre d'un vélo peut être fait de plusieurs matériaux : les deux principaux sont le carbone et l'aluminium.

Données :

- volume V d'un cylindre de rayon r et de hauteur h : $V = \pi \times r^2 \times h$;
- masse volumique de l'aluminium : $\rho_{\text{Al}} = 2 700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; du carbone : $\rho_{\text{C}} = 1 800 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- a. Calculer le volume d'un cylindre d'une hauteur $h = 1,0 \text{ m}$ et de rayon $r = 2,0 \text{ cm}$.
- b. Calculer la masse d'un cylindre dans le cas où il est en aluminium, puis dans le cas où il est carbone.

Ex. 32 p. 34

Une chromatographie sur couche mince est réalisée en faisant trois dépôts : le colorant E102 pur (jaune), le colorant E131 pur (bleu) et le sirop de menthe.



- a. Expliquer la couleur verte du sirop de menthe.
- b. Représenter le chromatogramme obtenu dans le cas où le colorant jaune migre plus haut que le colorant bleu.

Ex. 33 p. 34

Pour réaliser un cocktail à étages, il faut des boissons de masses volumiques différentes, par exemple du jus de banane, de la limonade et du sirop de grenadine. Pour former davantage d'étages, on peut aussi faire des mélanges pour obtenir des liquides de masse volumique intermédiaire.



Données

Masses volumiques en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$:

Jus de banane	Limonade	Sirop de grenadine
1,08	0,94	1,28

Déterminer l'ordre dans lequel il faut introduire avec précaution ces trois liquides pour obtenir un cocktail à trois étages.