

## Chapitre 2 : Propriétés de la matière

1. Introduction
2. La matière habituelle
3. Propriétés physiques
4. Propriétés chimiques

### 1. Introduction

La matière habituelle est appelée matière baryonique par les physiciens. L'eau, les plantes, la Terre et les étoiles en sont constitués.

En 1928, *Paul Dirac*, physicien britannique, théorise l'existence de l'antimatière, une nouvelle forme de matière baryonique composée de antiprotons (protons négatifs) et d'antiélectrons (électrons positifs). L'antimatière est découverte expérimentalement en 1932.

Dans les années 1930, des astronomes observent que certaines étoiles et galaxies subissent des effets de la gravitation sans qu'aucune matière détectable n'en soit à l'origine. Cette gravitation doit donc être exercée par une matière très inhabituelle, appelée aujourd'hui matière noire, car n'émettant aucune forme d'énergie mesurable.

Vers la fin des années 90, on découvre que l'expansion de l'Univers s'accélère et l'on explique aujourd'hui cette observation en invoquant l'existence d'une énergie qualifiée de « noire » et qui représenterait environ 70 % du contenu masse/énergie de l'Univers.

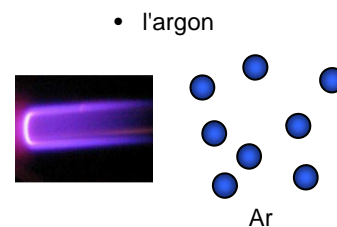
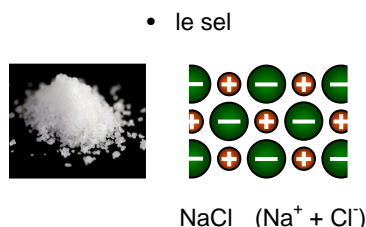
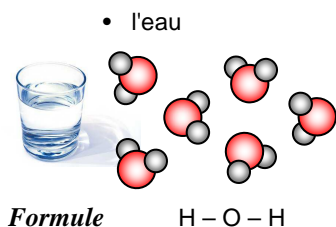


### 2. La matière habituelle

#### 2.1. Constitution de la matière

La matière, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse, est formée d'atomes. La plupart des atomes ont la faculté de s'attacher les uns aux autres ou encore d'acquies une charge électrique pour devenir des ions positifs ou négatifs. Ainsi, la matière qui nous entoure peut en réalité soit être composée d'atomes, soit être composée de groupes d'atomes liés ensemble, soit encore être composée d'ions.

Exemples :



#### Exercice 1 :

- a. Quels sont les trois états physiques que peut prendre la matière ?
- b. Que trouve-t-on dans une zone sans atome ou ion ?
- c. Comment nomme-t-on un groupe d'atomes liés ensemble ?
- d. Pour chacun des trois exemples donnés ci-dessus, préciser les réels constituants de la matière (atomes, ions, ...).

#### 2.2. Composés ioniques

Les cations et les anions s'attirent du fait de leurs charges opposées. Ces ions s'associent alors pour former des composés électriquement neutres appelés **composés ioniques**.

Exemples :

L'ion sodium  $\text{Na}^+$  peut s'associer avec un anion comme  $\text{F}^-$  pour former un composé neutre de formule simplifiée  $\text{NaF}$ .  
L'équation de cette réaction s'écrit :  $\text{Na}^+ + \text{F}^- \rightarrow \text{NaF}$   
La charge électrique du composé ionique final doit être nulle.

#### Exercice 2 :

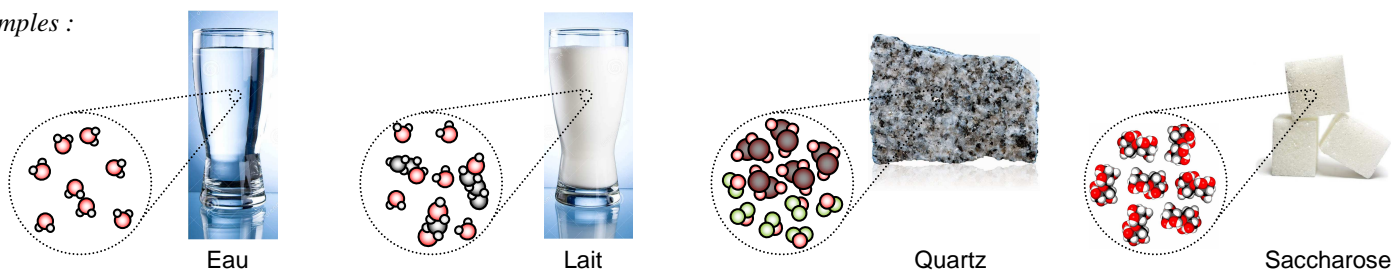
Rechercher la formule chimique simplifiée des composés ioniques suivants :

- |                          |                       |                          |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| a. Chlorure de lithium   | c. Oxyde de béryllium | e. Fluorure de potassium |
| b. Chlorure de magnésium | d. Sulfure de sodium  | f. Fluorure d'hydrogène  |

**A retenir :**

- Une substance composée d'une seule espèce chimique est un corps pur.
- Une substance composée de plusieurs espèces chimiques est un mélange.

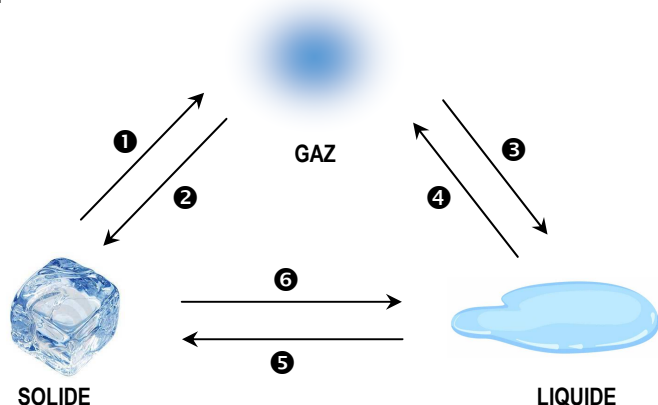
Exemples :

**Exercice 3 :**

- Quels sont, parmi les quatre exemples ci-dessus, les substances pures ?
- Donner un exemple de mélange homogène.
- Existe-t-il parmi les exemples proposés, un mélange hétérogène ? Si oui, lequel ?

**3. Propriétés physiques****3.1. Température de changement d'état**

Une espèce chimique composée d'atomes, d'ions ou de molécules pas trop grandes, peut exister sous trois états : solide, liquide ou gaz. Il existe donc 6 changements d'état possibles :

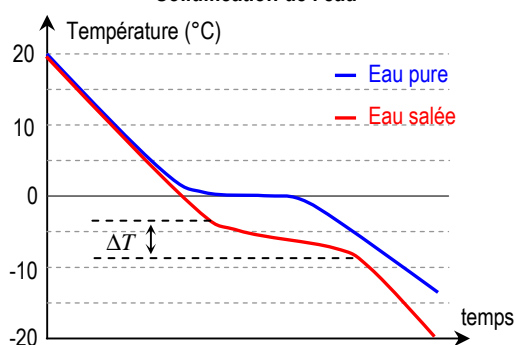


- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

Pour une espèce chimique donnée, la température à laquelle s'effectue un changement d'état donné, pour une pression donnée, est une propriété physique spécifique.

Exemples :

	Température de fusion $T_F$	Température d'ébullition $T_E$
Fer	1 538°C	2 861°C
Eau	0°C	100°C
Alcool (éthanol)	- 114°C	79°C
Fructose (sucre)	103°C	---
Glucose (sucre)	146°C	---

**Solidification de l'eau****Exercice 4 :**

- Préciser l'état physique dans lequel on retrouve les 5 substances données en exemple à 90°C.
- Déterminer la température de solidification de l'alcool.
- Dans quel état se trouve l'eau lorsque le fer fond ?
- Le fructose et le glucose ont tous les deux le même aspect (poudre blanche) et le même goût sucré. A l'aide du tableau ci-contre, proposer un protocole expérimental permettant de différencier ces deux substances chimiques.
- Pourquoi le fructose et le glucose n'ont pas de  $T_E$  ?
- Que remarque-t-on lors du changement d'état d'un corps non pur ?

**A noter :**

Pour mesurer précisément (au degré près) la température du fusion d'un composé solide en chimie, on utilise un banc Kofler.

Ainsi, l'identification d'une espèce chimique peut se faire à l'aide des températures de changement de cette espèce.

**< BANC KOFLER**

Caractéristiques :

- Température : 50 à 260 °C
- Précision :  $\pm 1^\circ\text{C}$
- Prix :  $\approx 2\,500\,€$

### 3.2. Masse volumique



#### Exercice 5 :

On plonge dans l'eau d'une grande piscine un tronc en bois de masse  $M = 200 \text{ kg}$  et de volume  $V = 250 \text{ L}$ , ainsi qu'une boule de pétanque en acier de masse  $m = 700 \text{ g}$  et de volume  $v = 0,089 \text{ L}$ .

- Quel est, de ces deux objets, le plus lourd ?
- Quel est celui qui flotte ? Pourquoi ?
- Quelle est la masse d'un litre d'eau pure ?
- Sachant que la masse volumique  $\rho$  d'une substance est le rapport de sa masse sur son volume, déterminer la masse volumique de l'eau, du bois et de l'acier.
- A quelle condition un corps flotte-t-il sur l'eau ?

#### Définition :

La masse volumique  $\rho$  (rhô) d'un corps est le rapport de sa masse  $m$  sur son volume  $V$ .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \begin{matrix} (\text{kg}) \\ (\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}) \end{matrix} \quad \begin{matrix} (\text{L}) \end{matrix}$$

#### A retenir :

- Masse volumique de l'eau pure :  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g/L} = 1,00 \text{ kg/L}$
- Masse volumique de l'air :  $\rho_{\text{air}} = 1,3 \text{ g/L}$
- L'atmosphère de la Terre (l'air) est composée de :  
78% de  $\text{N}_2$  + 21% de  $\text{O}_2$  + 1% de Ar,

#### Exercice 6 : Composition de l'air

- Nommer les trois principaux gaz de l'atmosphère terrestre.
- Déterminer le volume de dioxygène présent dans une pièce de dimension  $5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$ .

## 4. Propriétés chimiques

Pour démontrer la présence d'une espèce chimique donnée, on peut aussi utiliser leurs propriétés chimiques en faisant des **tests de mise en évidence**.

#### Exemple :

En présence d'eau, et qu'en présence d'eau, le sulfate de cuivre anhydre blanc s'hydrate et devient bleu.

L'espèce chimique permettant la mise en évidence est appelé le **détecteur de présence**.



Ainsi, toute substance colorant le sulfate de cuivre anhydre en bleu contient donc la molécule d'eau :









- Test avec du lait
- Test avec de l'huile



#### Exercice 7 : Test du lait et de l'huile

- A l'aide des résultats du test précédent, quelle conclusion peut-on tirer sur l'huile testée ?
- Proposer un protocole expérimental simple et rapide pour tester la présence d'eau dans une pomme.

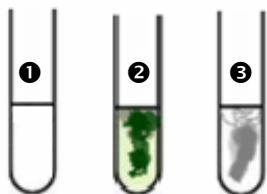
#### A retenir :

Espèce chimique recherchée	Formule brute	Détecteur de présence	Test positif si ...
Eau	$\text{H}_2\text{O}$	sulfate de cuivre anhydre blanc 	...le sulfate vire au bleu. 
Dihydrogène	$\text{H}_2$	flamme 	...on entend une petite explosion à la sortie du tube à essais. 
Dioxygène	$\text{O}_2$	buchette incandescente 	... la buchette reprend feu. 
Dioxyde de carbone	$\text{CO}_2$	eau de chaux 	... l'eau de chaux se trouble. 

## Exercice 1 : Tests de reconnaissance

On prélève quelques millilitres d'eau d'un étang que l'on répartit équitablement dans trois tubes à essais.

- Dans le tube 1 on rajoute quelques gouttes d'oxalate d'ammonium.
- Dans le tube 2 on rajoute quelques gouttes d'hydroxyde de sodium.
- Dans le tube 3 on rajoute quelques gouttes de nitrate d'argent.



L'état final des tubes est précisé ci-dessous :

Tube 1 : transparent & incolore  
Tube 2 : trouble verdâtre important  
Tube 3 : léger trouble laiteux

Espèce testée	Détecteur de présence	Test positif si ...
<b>Ion chlorure</b>	Solution de nitrate d'argent	Formation d'un précipité blanc
<b>Ion ferreux <math>Fe^{2+}</math></b>	Solution d'hydroxyde de sodium	Formation d'un précipité vert
<b>Ion ferrique <math>Fe^{3+}</math></b>	Solution d'hydroxyde de sodium	Formation d'un précipité brun
<b>Ion calcium</b>	Solution d'oxalate d'ammonium	Formation d'un précipité blanc

1. Qu'indiquent ces différents tests sur la composition de l'eau de cet étang ?
2. Lors du test des ions chlorure, les ions argent du détecteur se lient avec les ions chlorure présents dans l'eau du lac et forment ainsi le précipité blanc (composé ionique) de formule simplifiée  $AgCl$ . Rappeler la formule de l'ion chlorure et en déduire celle de l'ion argent.
3. Rappeler la formule de l'ion calcium et indiquer sa structure électronique.

## Exercice 2 : La Terre est-elle creuse ?

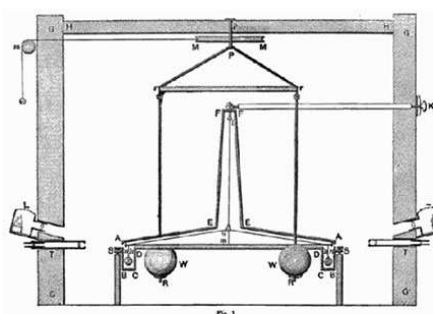
En 1798, le physicien anglais *Henry Cavendish* mesure pour la première fois la masse de la Terre à l'aide de la balance de torsion inventée quelques années auparavant par *John Michell*.

Les mesures de *H. Cavendish* donnent alors pour la masse de la Terre une valeur de :  $M_T = 5,7 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

Avec cette valeur, *Cavendish* en déduisit ensuite la masse volumique moyenne  $\rho$  de la Terre.

1. A l'aide des données, retrouver la valeur de  $\rho$ .
2. En quoi cette valeur peut-elle amener à penser que la Terre n'est pas creuse mais, au contraire, plus dense vers son centre qu'à sa surface ?

Schéma de la balance de torsion



Données :

- Volume d'une sphère de rayon  $R$  :  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$
- Rayon de la Terre :  $R = 6\,380 \text{ km}$
- Masse volumique de la terre :  $\approx 2,0 \text{ kg/L}$
- Masse volumique de la roche :  $\approx 2,5 \text{ kg/L}$

## Exercice 3 : Vrai ou faux ?

V F

- |                          |                          |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | L'ensemble des protons, neutrons et électrons s'appelle les nucléons.                                    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le numéro atomique $Z$ indique le nombre de protons dans le noyau d'un atome.                            |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le nombre de masse $A$ indique le nombre de neutrons dans le noyau d'un atome.                           |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Les protons sont chargés positivement et les neutrons négativement.                                      |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un ion négatif est appelé anion.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Il n'existe aucun test chimique de mise en évidence de l'élément néon.                                   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La structure électronique d'un atome de magnésium $_{12}\text{Mg}$ est $1s^2 2s^2 2p^8$ .                |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le dioxygène est le gaz le plus abondant dans l'atmosphère de la Terre.                                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le chlorure de magnésium a pour formule simplifiée $\text{MgCl}$ .                                       |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La température de solidification de l'eau est égale à $0^\circ\text{C}$ .                                |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | C'est l'ion ferrique $Fe^{3+}$ que l'on retrouve dans le fluorure de fer de formule simplifiée $FeF_3$ . |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La formule simplifiée du phosphate de béryllium est $Be_3P_2$ .  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La masse volumique de l'huile d'olive est plus grande que celle de l'eau.                                |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le changement d'état d'un gaz vers un solide est appelé sublimation.                                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Les liquides gèlent à $0^\circ\text{C}$  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Sur Terre, au niveau de la mer, l'eau pure se vaporise à $373 \text{ K}$                                 |