

Compétences

Voici les compétences que vous devez acquérir à l'issue de ce cours :

- Citer des exemples de changements d'état physique ;
- Écrire une équation de changement d'état ;
- Distinguer fusion et dissolution ;

- Identifier le sens du transfert thermique lors d'un changement d'état et le relier au terme exothermique ou endothermique ;
- Exploiter la relation entre l'énergie transférée lors d'un changement d'état, l'énergie massique de changement d'état de l'espèce et la masse de l'espèce qui change d'état ;

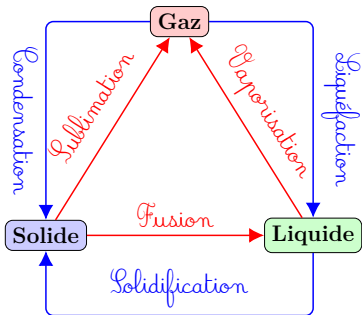
1 Les changements d'état des corps purs

1.1 Transformation physique

Définition

Une transformation physique a lieu quand une espèce passe d'un état physique (solide, liquide ou gaz) à un autre.

Des noms sont attribués aux changements d'état :



⚠ Attention à ne pas confondre fusion et dissolution ! Lorsque du sucre est introduit dans l'eau, il est inexact de dire que « le sucre fond ». Le sucre ne passe pas d'un état solide à un état liquide : il se dissout dans l'eau.

Lors d'une transformation physique, l'espèce chimique ayant subi la transformation ne change pas : seules les **interactions** entre molécules sont modifiées.

Dans un solide, les molécules sont liées les unes aux autres, et conservent leurs positions moyennes ;

Dans un liquide, les molécules sont au contact les unes des autres, mais leurs positions respectives changent sans cesse, ce qui permet

au liquide d'adopter la forme du récipient où le contient ;

Dans un gaz, les molécules sont très éloignées les unes des autres, et occupent tout l'espace qui leur est offert.

Solide Liquide Gaz

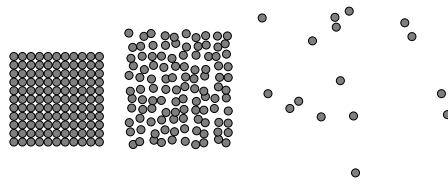


Figure librement adaptée d'après femto-physique.fr

Une élévation de la température conduit à une agitation plus **grande** des molécules.

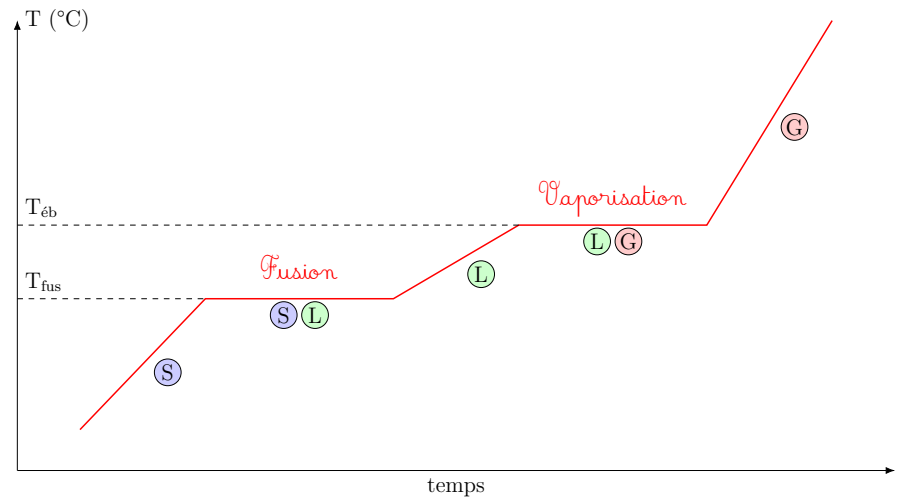
Remarque

L'ébullition et l'évaporation correspondent à un phénomène de vaporisation.

1.2 Température de changement d'état

Définition

Les changements d'état d'un corps pur s'effectuent à température constante sous une pression donnée. Les deux états coexistent lors du changement d'état.



Exemple

Lac d'Arrémoulit dans les Pyrénées.

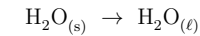


Tant que cet amas de neige formant le glacier subsiste, la température de l'eau du lac reste sensiblement constante et voisine de 0 °C.

1.3 Équation de changement d'état

Exemple

Lorsque l'eau passe de l'état solide à l'état liquide, la fusion peut être modélisée par l'équation :



H_2O formule chimique de l'espèce ;

(s) et (l) états physiques

de l'espèce avant et après la transformation ;

→ **sens** d'évolution.

Définition

L'équation d'un changement d'état est l'écriture symbolique, à l'échelle macroscopique, de la transformation physique d'une espèce.

2 Les transferts d'énergie

Définition

Lors d'une fusion, d'une vaporisation ou d'une sublimation, l'espèce chimique change d'état et son énergie augmente, alors que celle du milieu extérieur diminue : la transformation est endothermique ($Q > 0$) ; le milieu extérieur se refroidit.

Définition

Lors d'une solidification, d'une liquéfaction ou d'une condensation, l'espèce chimique change d'état et son énergie diminue, alors que celle du milieu extérieur augmente : la transformation est exothermique ($Q > 0$) ; le milieu extérieur se réchauffe.

Correction des exercices du chapitre 11

11.1 N° 5 p. 90 – Paracétamol

- a. La masse d'une molécule est la somme des masses des atomes qui la constitue ; les masses sont données en kilogramme, avec trois chiffres significatifs :

$$m(\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2) = 8m_{\text{carbone}} + 9m_{\text{hydrogène}} + m_{\text{azote}} + 2m_{\text{oxygène}}$$

$$m(\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2) = 8 \times 2,00 \times 10^{-26} + 9 \times 1,67 \times 10^{-27} + 2,33 \times 10^{-26} + 2 \times 2,67 \times 10^{-26}$$

$$m(\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2) = 2,52 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

Le résultat est arrondi à trois chiffres significatifs.

- b. Le nombre N de molécules dans l'échantillon contenant $m = 1000 \text{ mg} = 1,000 \text{ g}$ de paracétamol $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ est donné par :

$$N = \frac{m}{m(\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2)}$$

Application numérique, en convertissant les milligrammes en kilogrammes par un $\times 10^{-6}$:

$$N = \frac{1000 \times 10^{-6}}{2,52 \times 10^{-25}} = 3,97 \times 10^{21}$$

11.2 N° 8 p. 90 – Saccharose

- a. Le nombre N de molécules de saccharose dans un morceau de sucre de masse $m = 5,0 \text{ g}$ s'exprime par :

$$N = \frac{m}{m(\text{saccharose})}$$

Application numérique, en convertissant les grammes en kilogrammes par un $\times 10^{-3}$:

$$N = \frac{5,0 \times 10^{-3}}{5,70 \times 10^{-25}} = 8,8 \times 10^{21}$$

La masse du sucre est donnée avec deux chiffres significatifs, donc on n'en conserve que deux dans le résultat.

- b. La quantité de matière n est reliée au nombre d'entités N par la relation :

$$n = \frac{N}{6,02 \times 10^{23}}$$

où le nombre $6,02 \times 10^{23}$ est, par définition, le nombre d'entités dans 1 mole. Application numérique :

$$n = \frac{8,8 \times 10^{21}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,015 \text{ mol}$$

Remarque

On note $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ et on appelle « nombre d'AVOGADRO » ce fameux nombre d'entités par mole. Par suite, la formule précédente s'écrit :

$$n = \frac{N}{N_A}$$

AVOGADRO était un chimiste italien (1776-1856).

11.3 N° 9 p. 90 – Eau minérale

- a. Le nombre N d'ions magnésium dans cet échantillon contenant une quantité de matière $n = 3,1 \text{ mmol}$ s'écrit :

$$N = n \times 6,02 \times 10^{23}$$

Pour l'application numérique, il faut convertir les millimoles en moles, par un facteur $\times 10^{-3}$:

$$N = 3,1 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23} = 1,9 \times 10^{21}$$

Le résultat est conservé avec deux chiffres significatifs, puisque la quantité de matière n est donnée avec cette précision là.

- b. La masse m d'ions magnésium dans l'échantillon d'eau minérale s'exprime en fonction de leur nombre N et de la masse d'un atome de magnésium $m_{\text{magnésium}}$:

$$\begin{aligned} m &= N \cdot m_{\text{magnésium}} \\ m &= 1,9 \times 10^{21} \times 4,04 \times 10^{-26} \\ m &= 7,7 \times 10^{-5} \text{ g} \end{aligned}$$

On parle à ce propos d'oligo-éléments : des éléments indispensables au corps humain, apportés en très petite quantité (mais qui seraient potentiellement nocifs en plus grandes quantités).

11.4 N° 16 p. 92 – Chloroforme

- a. Le nombre N de molécules de chloroforme CHCl_3 dans cet échantillon de quantité de matière $n = 0,20 \text{ mol}$ s'écrit :

$$N = n \times 6,02 \times 10^{23}$$

Application numérique :

$$N = 0,20 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,2 \times 10^{23}$$

- b. La masse d'une molécule de chloroforme CHCl_3 est égale à la somme des masses des atomes qui la constitue :

$$\begin{aligned} m(\text{chloroforme}) &= m_{\text{carbone}} + m_{\text{hydrogène}} + 3m_{\text{chlore}} \\ m(\text{chloroforme}) &= 2,00 \times 10^{-26} + 1,67 \times 10^{-27} \\ &\quad + 3 \times 5,90 \times 10^{-26} \end{aligned}$$

$$m(\text{chloroforme}) = 1,99 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

- c. La masse m de l'échantillon de chloroforme est égal à la masse d'une molécule $m(\text{chloroforme})$ multipliée par le nombre de molécules N , toutes choses précédemment calculées :

$$\begin{aligned} m &= m(\text{chloroforme}) \times N \\ m &= 1,99 \times 10^{-25} \times 1,2 \times 10^{23} \\ m &= 0,024 \text{ kg} = 24 \text{ g} \end{aligned}$$

- d. Le volume V s'exprime en fonction de la masse m et de la masse volumique $\rho_{\text{chloroforme}}$ selon l'expression :

$$\rho_{\text{chloroforme}} = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{m}{\rho_{\text{chloroforme}}}$$

Pour l'application numérique, on constate que $\rho_{\text{chloroforme}} = 1,49 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ est donné en gramme par millilitre, donc si on laisse la masse m en gramme, on obtiendra le volume V en millilitre :

$$V = \frac{24}{1,49} = 16 \text{ mL}$$

Activité n° 1 p. 96 – Les changements d'état

- 1 : Vaporisation ;
2 : Liquéfaction ;
3 : Solidification ;
4 : Fusion.
- Dispersé et désordonné : gaz ;
Compact et ordonné : solide ;
Compact et désordonné : liquide.
- Un changement d'état est une transformation physique : seul l'arrangement des atomes ou molécules entre eux change (doc. 2), on n'a pas de modification

des atomes ou des molécules eux-mêmes (pas de réaction chimique : aucune espèce chimique ne disparaît ou n'apparaît).

- a. A : solide ;
B : mélange de solide et de liquide ;
C : liquide.
- L'eau, sous n'importe lequel de ses états, est le système qui absorbe de l'énergie ;
L'environnement extérieur (le récipient, l'air...) est le système qui cède de l'énergie à l'eau.

Activité n° 2 p. 97 – Fusion ou dissolution ?

- Lors de la formation du magma, des roches passent de l'état solide à l'état liquide, c'est une fusion. Lors du refroidissement de la lave, la roche passe de l'état liquide à solide, c'est la solidification.
- Lors de la fusion, la roche absorbe de l'énergie donc c'est une transformation endothermique. Lors de la solidification, la roche libère de l'énergie, c'est donc une transformation exothermique.
- Le passage du calcaire en solution aqueuse est une dissolution.
- Schématisation :

