

Compétences

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

- Équilibrer l'équation d'une réaction chimique ;
- Trouver le réactif limitant ;
- Déterminer si une transformation est endothermique ou exothermique.

Correction des exercices du chapitre 12

12.1 N° 14 p. 105 – Réfrigérateur

Les changements d'état de l'isobutane ont lieu dans l'évaporateur (liquide \rightarrow gaz) et dans le condenseur (gaz \rightarrow liquide).

Dans l'évaporateur, il s'agit d'une vaporisation ; dans le condenseur, d'une liquéfaction.

La vaporisation est endothermique, et la liquéfaction est exothermique.

12.2 N° 20 p. 107 – Fondre l’anneau

- a. Il s’agit d’un passage de l’état solide à l’état liquide, donc d’une fusion.
- b. On suppose que l’anneau est formé d’or pur. Le symbole de l’or est Au (voir le tableau périodique). L’équation de changement d’état est :



- c. L’énergie massique de la fusion L_{fusion} est l’opposée de celle de la solidification $L_{\text{solidification}}$:

$$L_{\text{fusion}} = -L_{\text{solidification}} = 6,57 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Remarque

L’énergie massique de changement d’état est aussi appelée « chaleur latente de changement d’état ».

- d. Énergie échangée lors du changement d’état :

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot L_{\text{fusion}} \\ Q &= 6,0 \times 10^{-3} \times 6,57 \times 10^4 \\ Q &= 3,9 \times 10^2 \text{ J} \end{aligned}$$



Cette transformation est endothermique ($Q > 0$).

12.3 N° 23 p. 107 – Le grêlon

a. Le grêlon va fondre, car la fusion est une transformation endothermique ($Q > 0$).

Il peut aussi se briser en plusieurs morceaux, ce qui est susceptible d'accélérer sa fusion.

b. Données du problème :

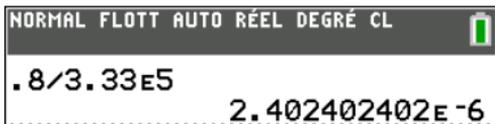
$Q = 1,6/2 = 0,80$ J, transfert thermique reçu par le grêlon ;

$L_{\text{fusion}} = 3,33 \times 10^5$ J·kg⁻¹, énergie massique de fusion de l'eau, valeur donnée au début de la série d'exercices page 107 ;

Inconnue : m_1 , masse d'eau subissant la fusion.

$$Q = m_1 \cdot L_{\text{fusion}} \quad \Leftrightarrow \quad m_1 = \frac{Q}{L_{\text{fusion}}}$$

$$m_1 = \frac{0,80}{3,33 \times 10^5} = 2,4 \times 10^{-6} \text{ kg} = 2,4 \text{ mg}$$



- c. La masse d'eau entrant en fusion est très faible ; faire fondre des grêlons en les projetant au sol est assez peu efficace.

12.4 N° 29 p. 108 – Calotte glaciaire

- a. L'énergie absorbée lors de la fusion est notée Q et s'exprime par :

$$Q = m \cdot L_{\text{fusion}}$$

Le multiple « giga » correspond à 10^9 et tonne à 10^3 (une tonne vaut mille kilogrammes) :

$$Q = 186,4 \times 10^3 \times 10^9 \times 3,33 \times 10^5$$
$$Q = 6,21 \times 10^{19} \text{ J}$$



- b. La calotte polaire du Groenland est supposée en dehors de l'eau, car il ne s'agit pas d'une banquise, mais d'un glacier : toute la masse de glace qui se

retrouve sous forme d'eau liquide, et contribue à augmenter le volume des océans.

Notons V le volume d'eau ainsi libéré. Par définition de la masse volumique :

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

$$V = \frac{186,4 \times 10^{12}}{1000} = 186,4 \times 10^9 \text{ m}^3$$

Ce volume V d'eau va se répartir à la surface S des océans et provoquer une hausse h de leur niveau telle que, d'après le volume d'un parallélépipède rectangle :

$$V = S \cdot h \Leftrightarrow h = \frac{V}{S}$$

$$h = \frac{186,4 \times 10^9}{5,0 \times 10^{14}} = 3,7 \times 10^{-4} \text{ m}$$



Cette augmentation est très faible, mais ne tient pas compte de la dilatation des eaux, qui ne restent pas à 0°C .

1 Qu'est-ce qu'une transformation chimique ?

1.1 Physique ou chimique ?

La combustion du fusain dans le dioxygène est-elle une transformation physique ou une transformation chimique ?

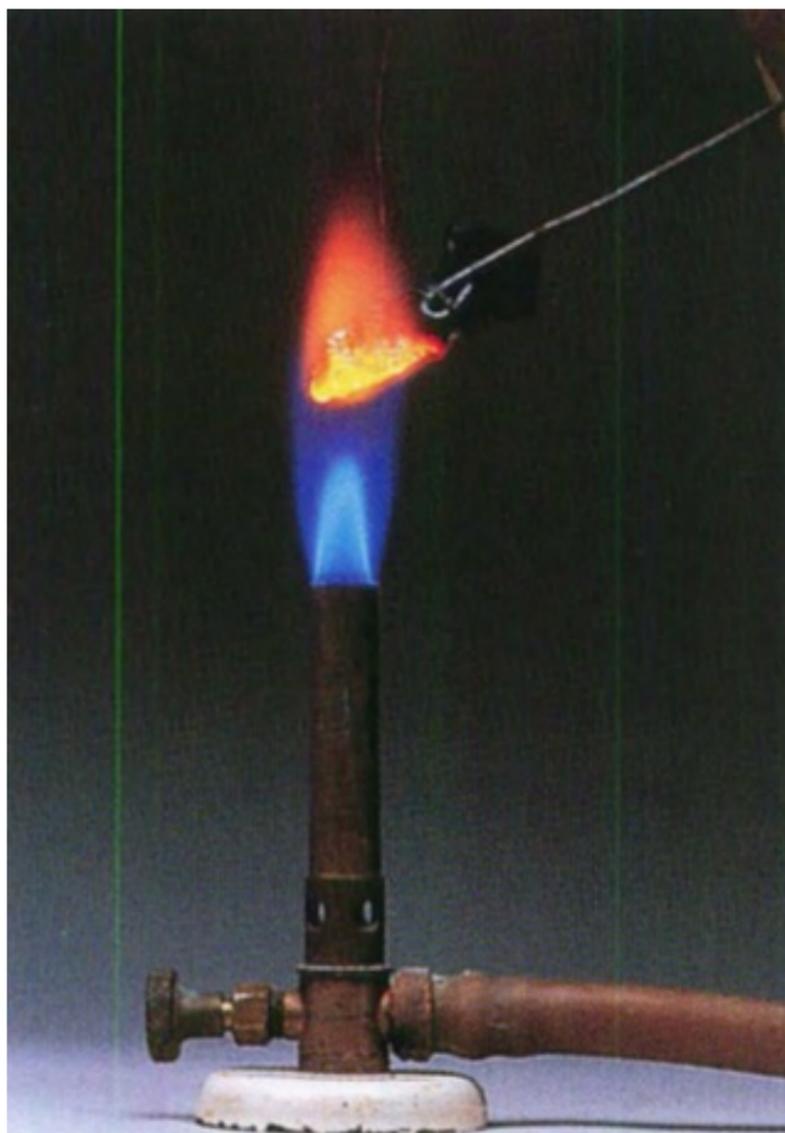
- Peser un morceau de fusain (carbone quasiment pur) :

$$m_{\text{initial}} = 1,0 \text{ g}$$

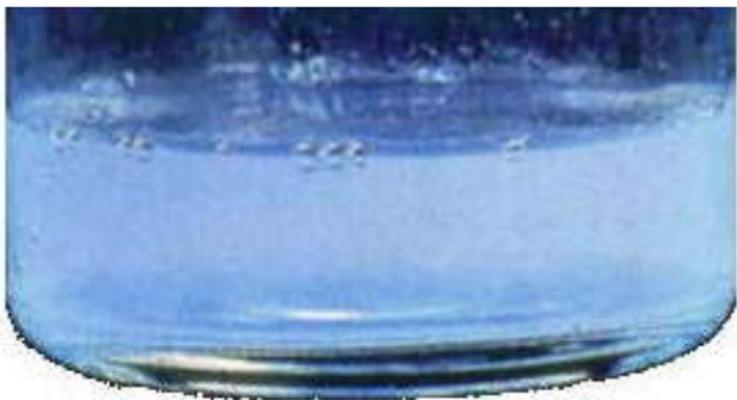
- Le porter à incandescence dans une flamme.
- Le plonger dans un flacon de dioxygène.
- Sortir le reste de fusain, le peser :

$$m_{\text{final}} = 0,75 \text{ g}$$

- Introduire de l'eau de chaux dans le flacon et agiter :







- a. Noter ce que l'on observe dans le flacon après le test à l'eau de chaux.

L'eau de chaux se « trouble » : précipité blanc caractéristique du dioxyde de carbone.

- b. Quelles espèces chimiques sont présentes avant la combustion ?

Carbone $C_{(s)}$ et dioxygène $O_{2(g)}$.

- c. Quelle espèce chimique s'est formée ?

Dioxyde de carbone $CO_{2(g)}$.

d. Quelle espèce chimique est présente avant et après la combustion ?

Carbone $C_{(s)}$ (il « en re

e. On en déduit une réponse à la question initiale : transformation physique ou transformation chimique ?

Transformation chimique.

1.2 Description d'un système chimique

Pour décrire un système chimique à l'échelle macroscopique, il faut indiquer :

- la nature de
- leurs quantité → chapitre 11);
- leurs état (s), liquide (l)
ou gaz (g) (→ chapitre 12);
- la température T et la *pre* p .

1.3 Évolution d'un système chimique

Lorsque l'évolution d'un système chimique s'accompagne de l'apparition de nouvelles espèces, le passage de l'état initial à l'état final est appelé *réaction chimique* (1).

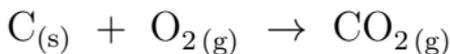
Activité n° 1 p. 112 – Modélisation d'une transformation chimique

Réviser avec les documents

1. Une combustion est une transformation chimique, car des espèces chimiques, dont le dioxygène, sont consommées, et de nouvelles espèces se forment.
2. Lorsque l'équation de la réaction chimique est ajustée, la conservation de la masse se traduit par une conservation des éléments.
3. Les réactifs sont le carbone et le dioxygène ;
Le produit est le dioxyde de carbone.
4. a. La réaction chimique de la combustion complète du carbone dans le dioxygène s'écrit :

Carbone + dioxygène \rightarrow dioxyde de carbone

L'équation ajustée de la combustion complète du carbone s'écrit :

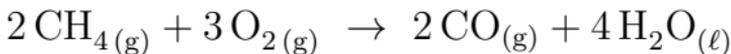


- b. La réaction chimique de la combustion incomplète du méthane dans le dioxygène s'écrit :

Méthane + dioxygène

→ monoxyde de carbone + eau

L'équation ajustée de la combustion incomplète du méthane s'écrit :



Réactiver ses connaissances

- Une transformation chimique est le passage d'un système chimique d'un état initial à un état final. Certaines espèces sont consommées et de nouvelles se forment.
- Il faut ajuster une équation de réaction chimique afin de respecter la conservation de la masse qui se traduit par la loi de conservation des éléments chimiques.

2 Comment modéliser une transformation chimique ?

2.1 La réaction chimique

Les *réactif* (2) sont les espèces chimiques affectées par la transformation ; les *produit* (3) sont les espèces chimiques apparues.

La réaction chimique modélise, à l'échelle macroscopique, le passage des réactifs aux produits.

2.2 L'équation chimique

Les réactifs et les produits sont représentés dans l'équation chimique par leurs formules :

Les nombres stœchiométriques ou *coefficient* (4) *stœch* (5) sont placés devant la formule de chaque espèce mise en jeu, et sont ajustés pour traduire la *conservation* (6) des éléments et des charges au cours de la transformation.

3 Équilibrer les équations-bilans

3.1 Transformations chimiques

- Une transformation chimique a lieu chaque fois qu'une nouvelle espèce chimique est *créée* (7) ou chaque fois qu'une espèce chimique est *détruite* (8).
- Le chimiste LAVOISIER a montré que la *masse* (9) des réactifs qui disparaissent est égale à la *masse* (10) des produits qui apparaissent. C'est la *loi de conservation* de la matière.
- La réaction chimique se résume donc à un *réarrangement* des atomes dans des molécules différentes.

Définition

Chaque atome initialement présent dans les *réactif* (11) se retrouve dans les *produit* (12) de la réaction.

3.2 Nombres stœchiométriques

Une équation chimique traduit une réaction chimique à l'aide de formules chimiques. La loi de conservation se

traduit par le fait que les symboles de chaque élément chimique doivent apparaître en même quantité dans les deux membres de l'équation chimique.

Par convention, on utilise des nombres, appelés *coefficient* (13) *stœchiométrique* (14), qui précisent combien de fois chaque formule chimique doit être comptée.

3.3 Ajustement des nombres stœchiométriques

Faire le décompte des éléments dans un tableau constitue une première méthode d'ajustement des coefficients stœchiométriques.

Exemple : réaction de production d'éthanol et de dioxyde de carbone, à partir de glucose :

	Réactifs	Produits
Équation	$C_6H_{12}O_6$	$\rightarrow C_2H_6O + CO_2$
Nombre de C		
Nombre de H		
Nombre de O		

Les coefficients stœchiométriques $\mathbf{1}$ (15) devant la formule chimique de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ et $\mathbf{2}$ (16) devant la formule chimique du dioxyde de carbone CO_2 ont été choisis afin d'égaliser les nombres de C, de H et de O. Devant la formule du glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, le coefficient stœchiométrique $\mathbf{1}$ (17) est sous-entendu.

Ainsi, C, H et O figurent autant de fois dans chaque membre de l'équation chimique, on dit que la stœchiométrie de chaque élément est ajustée. Cet ajustement peut être délicat à trouver dans certaines situations !

3.4 Cas des ions

Exemple : réaction de précipitation de l'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$: dans ce cas, la présence d'ions est une aide, puisque l'ajustement des nombres stœchiométriques doit faire en sorte qu'il y ait la *même quantité de charges* dans chaque membre (loi de conservation de la charge électrique).

	Réactifs	Produits
Équation	$\text{Cu}^{2+} + \text{OH}^-$	$\rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$
Nombre de Cu		
Nombre de O		
Nombre de H		
Nombre de charges		

Définition

Une équation chimique doit toujours être écrite avec ses nombres stœchiométriques ajustés. Cela traduit la conservation des *charge* (18) *électrique* (19) et des *élément* (20) dans le cas des ions.

3.5 Exemples

Consigne : Équilibrer les coefficients stœchiométriques.

- $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$
- $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
- $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

