

Qu'est-ce qu'une transformation chimique ?

Données : masses molaires atomiques $M(\text{Na})=23$ $M(\text{H})=1$ $M(\text{O})=16$ $M(\text{Cu})=63,5$ $M(\text{S})=32$ en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Description de l'état d'un système chimique :

- Un système chimique est un ensemble d'espèces chimiques.

Pour décrire l'état d'un système chimique, il faut préciser pour chaque espèce présente :

> Sa nature (c'est à dire ce que c'est)

> Son état physique : solide (s) , liquide (l) , gazeux (g) .

Si une espèce est présente en solution aqueuse, on notera (aq)

> La quantité de matière correspondante exprimée en môle (sauf pour l'eau : on indique seulement solvant).

- Exemple :

* Pèse une masse $m=1,6\text{g}$ de cristaux de **soude** ou **hydroxyde de sodium** de formule chimique $\text{NaHO}_{(s)}$ dans une coupelle.

Calcule le nombre de mol $n_{(\text{NaHO})}$ correspondant :

* Mesure un volume $V=100\text{mL}$ d'eau distillée dans une éprouvette graduée et introduis-les dans un bécher.

* Décris **quantitativement** l'état initial de ce système chimique :

2. Evolution de l'état d'un système chimique :

Lorsqu'on met en contact les espèces présentes dans l'état initial, il peut se produire des modifications dans la composition du système... certaines sont observables directement, d'autres non : on dit alors que le système évolue chimiquement ou qu'il se produit une **transformation chimique**.

Lors d'une transformation chimique, des espèces chimiques sont consommées (on les appelle des **réactifs**) tandis que d'autres espèces sont formées (on les appelle les **produits** de la réaction).

Au niveau macroscopique, une transformation chimique peut s'accompagner d'un changement d'aspect, de couleur, d'odeur, de température,... Mais attention : **parfois aucun changement n'est visible, ce qui ne veut pas dire forcément que rien ne se passe au niveau microscopique !**

Lorsqu'il n'y a plus d'évolution du système chimique (ce qui peut être très rapide ou très lent, selon la transformation chimique étudiée et les conditions dans lesquelles elle se produit), on dit qu'il se trouve dans l'**état final**.

- Exemple :

* Introduis les cristaux de soude (que tu as pesés précédemment) dans le bécher contenant l'eau, et agite le mélange en utilisant un agitateur magnétique et un turbulent (barreau aimanté).

* Fais ci-contre un schéma annoté et décris ce que tu observes :

* Introduis environ 5ml de la solution obtenue dans un tube à essais, puis rajoute quelques gouttes d'un indicateur coloré appelé phénolphaléine : c'est un liquide incolore qui prend une coloration rose en présence d'ions **hydroxyde $\text{HO}^-_{(aq)}$** .

Qu'observes-tu ?

Que peux-tu en déduire ?

* Décris **qualitativement** l'état final de cette transformation chimique, c'est-à-dire sans indiquer les **quantités** des espèces chimiques présentes, mais seulement **leur nature** :

3. Modélisation de la transformation chimique :

Au cours d'une transformation chimique, les éléments chimiques présents dans l'état initial (sous forme d'ions ou de molécules,...) se réarrangent entre eux de façon à former des ions ou des molécules différentes.

Ce qui se passe au niveau microscopique est en général très compliqué !

On va donc utiliser une représentation simplifiée de la réalité, appelée « modèle de la **réaction chimique** », dans laquelle on ne s'intéresse qu'à la nature des réactifs (présents dans l'état initial) et à la nature des produits formés (présents dans l'état final) mais pas à ce qui peut se passer entre ces deux états extrêmes.

Pour indiquer dans quelles proportions les réactifs sont consommés et les produits sont formés, on écrit symboliquement la réaction chimique à l'aide d'une **équation chimique** dans laquelle une flèche représente l'évolution entre l'état initial et l'état final.

Au cours d'une transformation chimique, il y a conservation des éléments chimiques et conservation de la charge électrique. (en accord avec la loi de Lavoisier).

- Exemple :

Ecris l'équation de la réaction chimique qui s'est produite lors de la transformation chimique précédente :

Les nombres utilisés dans une équation chimique pour indiquer les proportions suivant lesquelles les réactifs sont consommés et les produits formés sont appelés **nombres stœchiométriques**.

Ces nombres stœchiométriques sont placés devant la molécule ou l'ion concerné.

Pour simplifier l'écriture, le nombre stœchiométrique n'est pas indiqué lorsqu'il est égal à 1

4. Dissolution du sulfate de cuivre(II) dans l'eau :

Le sulfate de cuivre(II) est un solide cristallin constitué par des ions sulfate SO_4^{2-} et des ions cuivre(II) Cu^{2+} disposés régulièrement les uns à côté des autres, de formule chimique $\text{CuSO}_{4(s)}$.

- Décris l'aspect de ces cristaux :
- Pèse une masse $m=1,6\text{g}$ de ces cristaux dans une coupelle et introduis comme précédemment 100mL d'eau (mesurés à l'éprouvette graduée) dans un bécher.
Calcule le nombre de mol $n(\text{CuSO}_4)$ correspondant :
- Décris **quantitativement** l'état initial de ce système chimique :
- Introduis les cristaux de sulfate de cuivre(II) que tu as pesés dans le bécher contenant l'eau, et agite le mélange en utilisant un agitateur magnétique et un turbulent (barreau aimanté).
- Décris ce que tu observes :
- Ecris l'équation de la réaction chimique qui s'est produite lors de cette transformation chimique :
- Décris **quantitativement** l'état final de cette transformation chimique :
- A quoi est due la coloration observée ? (compare avec la coloration d'une solution aqueuse de sulfate de zinc contenant les ions zinc $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$ et sulfate $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$ pour répondre à la question)

5. Réaction chimique entre les ions cuivre(II) et les ions hydroxyde :

- Tu vas dans quelques minutes mélanger les deux solutions préparées précédemment.
Mais avant de réaliser cette transformation chimique, décris **qualitativement** l'état initial de ce système chimique :

- Mélange les deux solutions que tu as préparées précédemment...
Y a-t-il des signes visibles de l'évolution de ce système chimique ?

- Filtre le mélange obtenu après la transformation chimique,
et fais ci-contre le schéma annoté du montage utilisé.

- Décris ce que tu obtiens après filtration.

- Le filtrat obtenu contient-il encore des ions cuivre(II) ?
Justifie ta réponse.

- Le filtrat obtenu contient-il encore des ions hydroxyde ?
Justifie ta réponse.

- Décris **qualitativement** l'état final de cette transformation chimique (sans préciser les quantités des espèces présentes).

- Ecris l'équation de la réaction chimique que tu viens de réaliser :

- Identifie les réactifs et les produits de cette réaction.

- Identifie les « espèces spectatrices » en précisant leur rôle.

- Identifie le réactif limitant (celui qui disparaît totalement au cours de la réaction chimique)

- Identifie le réactif en excès (celui qui disparaît partiellement au cours de la réaction chimique mais qui est encore présent dans l'état final)

6. Exercices :

> Equilibrer les équations des réactions chimiques ci-dessous

Méthode : il faut ajuster les nombres stœchiométriques de façon à respecter la conservation des éléments chimiques et de la charge électrique globale.

Ce nombre stœchiométrique est placé devant les formules chimiques des réactifs et des produits. On ne l'écrit pas s'il est égal à 1.

On commence par les éléments chimiques qui n'apparaissent que dans un seul réactif et un seul produit de la réaction (par exemple dans l'équation de réaction n°2, on s'intéresse d'abord au C puis au H pour terminer avec O qui est présent dans les 2 produits de la réaction).

1. ... $\text{N}_2 (\text{g}) + \dots \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \dots \text{N}_2\text{H}_4 (\text{g})$.
2. ... $\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) + \dots \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \dots \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \dots \text{CO}_2 (\text{g})$.
3. ... $\text{CuO} (\text{s}) + \dots \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \dots \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + \dots \text{H}_2\text{O} (\text{l})$.
4. ... $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \dots \text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} (\text{s}) + \dots \text{O}_2 (\text{g})$
5. ... $\text{CH}_4 (\text{g}) + \dots \text{Cl}_2 (\text{g}) \rightarrow \dots \text{C}(\text{s}) + \dots \text{HCl} (\text{g})$.
6. ... $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{l}) + \dots \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \dots \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \dots \text{CO}_2 (\text{g})$.
7. ... $\text{Zn} (\text{s}) + \dots \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \dots \text{Zn}^{2+} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$.

> Décrire quantitativement l'état initial du système chimique suivant et faire le schéma annoté correspondant

On dispose dans un bécher d'un volume $V = 50\text{mL}$ d'une solution aqueuse incolore de chlorure d'hydrogène HCl de concentration en soluté apporté $C = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

Cette solution aqueuse contient des ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ et $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ à la concentration $[\text{H}^+_{(\text{aq})}] = [\text{Cl}^-_{(\text{aq})}] = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

On pèse dans un autre bécher une masse $m = 2,4\text{g}$ de magnésium (métal solide gris) de symbole ${}^{24}_{12}\text{Mg}$.

> On introduit ce morceau de magnésium dans le bécher contenant la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène. On observe un dégagement gazeux, le volume occupé par le magnésium solide diminue et la solution reste incolore.

Lorsque le dégagement gazeux cesse, il reste un peu de magnésium solide au fond du bécher.

Equilibrer l'équation de la réaction chimique correspondante $\dots \text{Mg}_{(\text{s})} + \dots \text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \dots \text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + \dots \text{H}_{2(\text{g})}$

> Décrire qualitativement l'état final de cette transformation chimique.

Identifier les réactifs et les produits de cette réaction.

Identifier les espèces spectatrices en précisant leur rôle.

Identifier le réactif limitant et le réactif en excès