

CH06 Matière et énergie : Transformation chimique

Physique Chimie



Je travaille seul en silence.



J'aide ou je suis aidé,
seul mon voisin m'entend.



Je travaille en équipe sans
déranger personne.



1. Découvrir

Je consulte les ressources :

- ☐ Capsule
- ☐ Ressources à découvrir sur le site
<http://physchileborgne.free.fr>
- ☐ Activité du livre



Je mets en pratique :

- ☐ TP :



2. S'exercer

Je m'entraîne en réalisant les exercices :

Noter les exercices à faire



Je m'entraîne en ligne :

- ☐ Quiz :



3. Mémoriser

Je mémorise :

- ☐ Utiliser les cartes mentales (sur papier, à l'aide de FreeMind ou SimpleMindFree)
- ☐ Utiliser les fiches de cours.



Je vérifie que je maîtrise les objectifs du chapitre :

- ☐ Modéliser une transformation par une réaction, établir l'équation de réaction associée et l'ajuster.
- ☐ Identifier le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de réaction.
- ☐ Modéliser, par l'écriture d'une équation de réaction, la combustion du carbone et du méthane, la corrosion d'un métal par un acide, l'action d'un acide sur le calcaire, l'action de l'acide chlorhydrique sur l'hydroxyde de sodium en solution.
- ☐ Établir qu'une espèce chimique synthétisée au laboratoire peut être identique à une espèce chimique synthétisée dans la nature.
- ☐ Réaliser le schéma légendé d'un montage à reflux et d'une chromatographie sur couche mince.



4. Se tester

J'ai réalisé :

- ☐ Un compte rendu de TP
- ☐ Une rédaction complète d'exercice
- ☐ Un calcul
- ☐ Une carte mentale
- ☐ Un résumé de cours
- ☐ Des exercices du devoir surveillé de la session précédente

1. La transformation

Une transformation chimique a lieu chaque fois qu'une nouvelle espèce chimique apparaît ou chaque fois qu'une nouvelle espèce chimique disparaît.

Au cours d'une transformation chimique : les espèces chimiques qui disparaissent sont appelées les réactifs et les espèces chimiques qui apparaissent sont appelées les produits.



Vocabulaire

Système chimique : ensemble d'espèces chimiques.

Etat Initial (E.I) du système chimique : état de ce système avant la transformation chimique.

Etat Final (E.F) du système chimique : état de ce système lorsque la transformation chimique est terminée.

La transformation chimique permet le passage de l'état initial à l'état final.

Réaction chimique : elle modélise la transformation chimique subie par un système chimique.

Lois de conservation.

- Conservation des éléments chimiques :

- Au cours d'une réaction chimique, il y a conservation des éléments chimiques.
- Les éléments présents dans les réactifs se retrouvent dans les produits.

- Conservation de la charge : au cours d'une réaction chimique, la charge se conserve.

- Conservation de la masse : (Lavoisier) : le chimiste français Lavoisier a montré que la masse des réactifs qui disparaissent est égale à la masse des produits qui apparaissent.

Écriture d'une équation chimique : nombres stœchiométriques

L'équation chimique :

- L'équation chimique est l'écriture symbolique d'une réaction chimique.
- Par convention :
 - On écrit les formules des réactifs dans le membre gauche de l'équation chimique
 - On écrit les formules des produits dans le membre droit de l'équation chimique.
 - On sépare les deux membres de l'équation par une flèche.

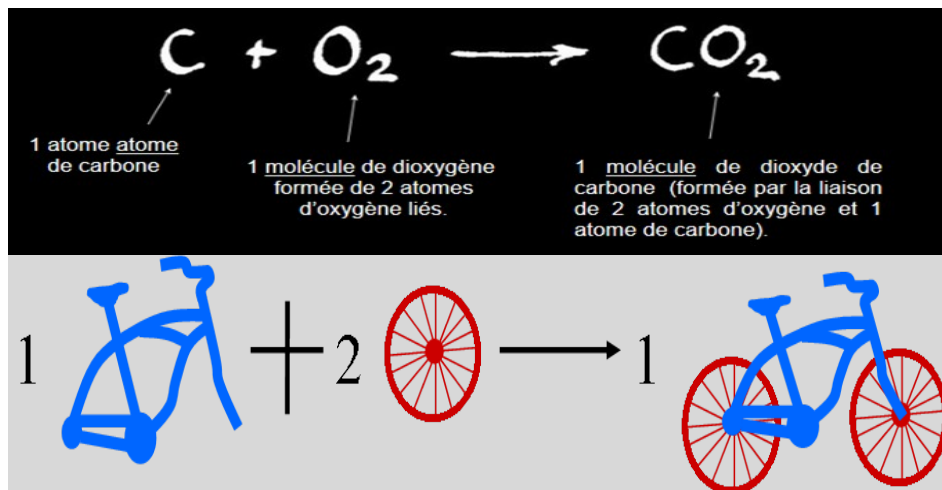
Réactifs	Transformation chimique	Produits
(...) + (...)	→	(...) + (...)

Ajustement des nombres stœchiométriques.

- Ajuster les nombres stœchiométriques d'une équation, c'est choisir ces nombres de manière à traduire la conservation de tous les éléments mis en œuvre.

- Par convention, le nombre stœchiométrique se place devant la formule de l'espèce chimique. Le nombre stœchiométrique 1 ne s'écrit pas

Exemple : combustion du carbone



Lorsqu'il y a trop de carbone et pas assez de dioxygène pour réagir, le produit de la réaction est le monoxyde de carbone.

$$2C + O_2 \rightleftharpoons 2CO$$

On n'aurait pas le droit d'écrire la réaction $C + O \longrightarrow CO$

Exemple : combustion du butane

	Réactifs		Produits
Équation chimique	2 C ₄ H ₁₀ (g) + 13 O ₂ (g)	→	8 CO ₂ (g) + 10 H ₂ O (ℓ)
Éléments chimiques présents	Carbone C, hydrogène H, et oxygène O.		
Nombre de « carbone »	2 x 4 = 8		8 x 1 = 8
Nombre d' « hydrogène »	2 x 10 = 20		10 x 2 = 20
Nombre d' « oxygène »	13 x 2 = 26		8 x 2 + 10 x 1 = 26

Exemple : corrosion du métal zinc par une acide

	Réactifs		Produits
Équation chimique	1 Zn (s) + 2 H ⁺ (aq)	→	1 Zn ²⁺ (aq) + H ₂ (g)
Éléments chimiques présents	Zinc Zn, hydrogène H.		
Nombre de « zinc »	1 x 1 = 1		1 x 1 = 1
Nombre d' « hydrogène »	2 x 1 = 2		2 x 1 = 2
Nombre de charge	2 x 0 + 2 x 1 = +2		1 x 2 + 1 x 0 = +2

Exemple : action d'un acide sur la calcaire



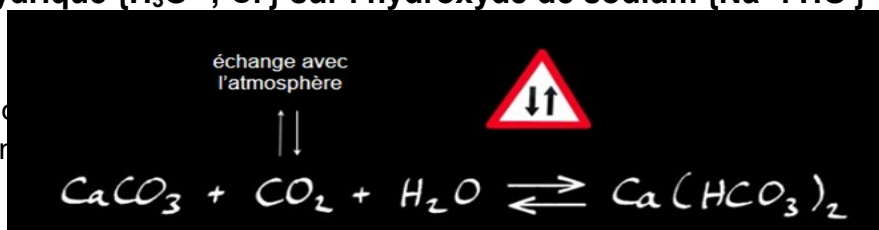
Le calcaire est une roche sédimentaire composée de carbonate de calcium CaCO₃.
Il est aussi présent dans la composition des coquillages et corail.
L'action d'un acide dissout donc le calcaire : phénomène d'acidification des océans.

Il est aussi à l'origine de la formation des stalactites dans les grottes. L'équilibre suivant est déplacé vers la formation de calcaire.

Exemple : action d'un acide chlorhydrique {H₃O⁺ ; Cl⁻} sur l'hydroxyde de sodium {Na⁺ . HO⁻}



les ions Cl⁻ et Na⁺ ne subissent pas de modification
Ils n'interviennent pas dans l'équation chimique
Ce sont des espèces spectatrices



2. Synthèse d'une espèce chimique présente dans la nature

I. La chimie de synthèse

1. Définition

On appelle synthèse d'une espèce chimique une transformation au cours de laquelle les réactifs mis en jeu conduisent à un produit dont l'espèce chimique est recherchée.

2. Utilité de la chimie de synthèse

Certaines molécules naturelles présentent des inconvénients (effets secondaires ou indésirables). La chimie de synthèse essaie de fabriquer des espèces ayant les propriétés recherchées mais pas les désavantages.

Grace à la synthèse chimique, il est possible :

- de reproduire pour des raisons écologiques ou économiques des molécules qui existent en trop petite quantité dans la nature (principes actifs de médicaments, arômes etc...).
- de créer de nouvelles molécules (plastiques, colorants, médicaments etc...).

3. La chimie industrielle

La chimie industrielle de synthèse comporte essentiellement trois secteurs:

- La chimie lourde: c'est la chimie des grands volumes de production et des faibles coûts. Par exemple la fabrication du polyéthylène (bouteilles de lait, sacs, emballages, etc...).
- La chimie fine: la chimie fine est la chimie des produits élaborés. Elle permet la réalisation de molécules complexes à la mise au point longue et coûteuse. Elle est très utilisée en pharmacie (fabrication de l'aspirine ou du paracétamol par exemple).
- La chimie des spécialités: c'est une chimie intermédiaire entre la chimie lourde et la chimie fine. Elle permet la fabrication de produits courants (arômes, médicaments courants, parfums, colorants, lessives, etc...).

II. Les étapes d'une synthèse

1. Les conditions expérimentales (protocole opératoire)

La réussite d'une synthèse dépend du respect des conditions expérimentales (température, pression, proportions des réactifs, catalyseurs, etc...).

Le protocole opératoire, sorte de «recette» de la synthèse, précise:

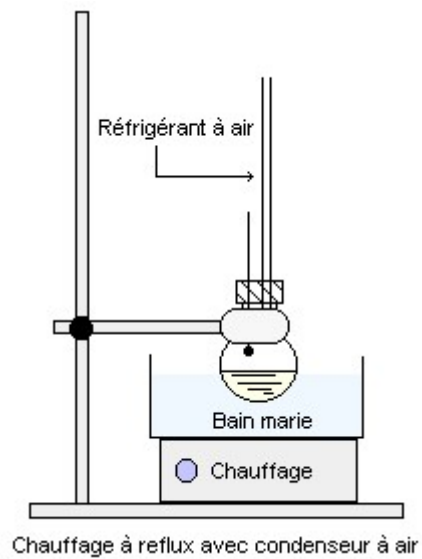
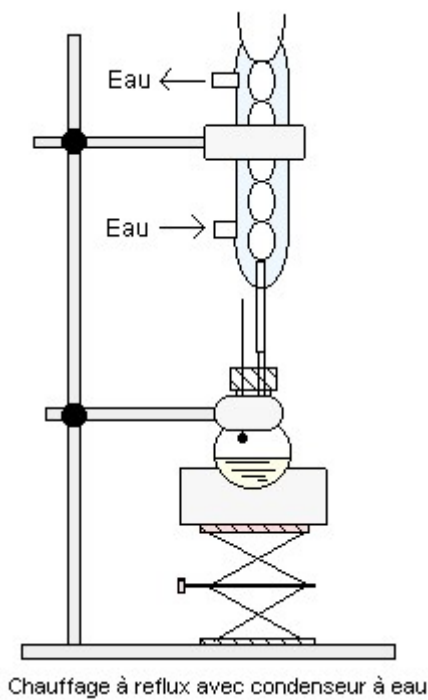
- la nature et les quantités des réactifs et solvants utilisés;
- les règles de sécurité à respecter lors des manipulations des espèces chimiques;
- le montage réactionnel à utiliser (bien souvent un chauffage à reflux, qui évite les pertes de matière);
- l'ordre des étapes de séparation pour isoler la molécule fabriquée;
- une étape de vérification de la nature de la-molécule isolée.

Les étapes se succèdent dans un ordre bien précis, permettant au final de récupérer l'espèce chimique fabriquée avec le meilleur rendement possible.

2. Un exemple de montage: le chauffage à reflux

Certaines synthèses sont lentes à température ordinaire. Il est possible de les accélérer en chauffant le mélange réactionnel.

Lors d'un chauffage à reflux, un condenseur à eau (ou à air) empêche la perte de réactifs ou de produits par vaporisation.



3. Le traitement

Le produit obtenu en fin de synthèse se trouve dans le ballon mélangé avec d'autres espèces chimiques. Il est nécessaire d'isoler le produit en réalisant une extraction. Pour cela, on utilise différentes techniques:

- Le lavage
- La décantation
- L'extraction par solvant
- L'hydrodistillation
- La distillation

1)- QCM : Pour chaque question, indiquer la ou les bonne(s) réponse(s).

	Énoncé	A	B	C	Réponse
1	L'apparition de la rosée sur les plantes à la tombée de la nuit est :	une transformation chimique	une transformation physique	une liquéfaction	BC
2	Le sérum physiologique est une solution homogène de chlorure de sodium dissous dans de l'eau. À 25 °C ce système est décrit par :	$\theta = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, $\text{NaCl}(\text{s})$, $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$	$\theta = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$	$\theta = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, $\text{NaCl}(\text{s})$	B
3	Dans l'équation chimique : $2\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$	$\text{CH}_4(\text{g})$ est un réactif	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$ est un produit	$\text{O}_2(\text{g})$ est un produit	AB
4	La combustion complète du propane admet pour équation :	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 10\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$2\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	C
5	L'équation chimique : $2\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$	Respecte la conservation des éléments	n'est pas ajustée	respecte la conservation des charges	AC
6	L'équation chimique : $\text{Al}(\text{s}) + 2\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{H}_2(\text{g})$	Respecte la conservation des éléments	Respecte la conservation des charges	est ajustée	A
7	L'équation de la réaction du métal chrome $\text{Cr}(\text{s})$ avec les ions hydrogène $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ s'écrit :	$\text{Cr}(\text{s}) + 3\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{H}_2(\text{g})$	$2\text{Cr}(\text{s}) + 6\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{H}_2(\text{g})$	$\text{Cr}(\text{s}) + 6\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{H}_2(\text{g})$	B
8	Lors de la combustion incomplète de l'éthane $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ dans le dioxygène de l'air, les réactions qui se produisent peuvent avoir pour équation :	$2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{C}(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	ABC
9	L'équation de la réaction du métal aluminium $\text{Al}(\text{s})$ avec les ions étain $\text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})}$ s'écrit :	$\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{Sn}(\text{s})$	$4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})} \rightarrow 4\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{Sn}(\text{s})$	$4\text{Al}(\text{s}) + \text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})} \rightarrow 4\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{Sn}(\text{s})$	B