

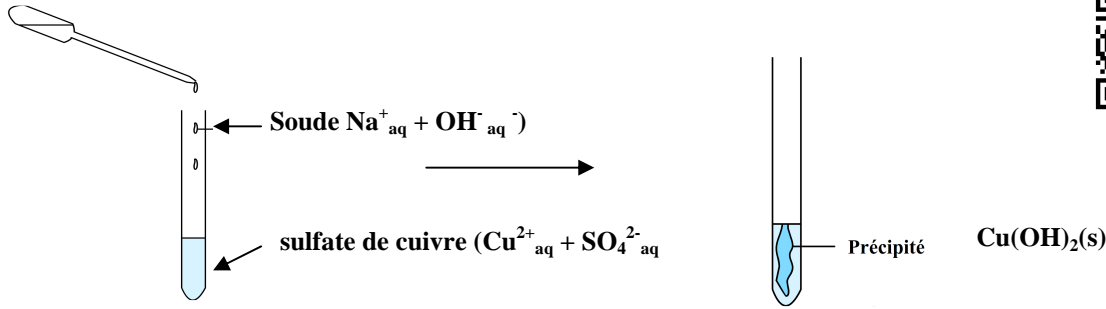
Transformation chimique : (chapitre 5 du thème constitution et transformation de la matière)

Durée : 4 h 30 cours/exos avec résumé audio

Introduction : Le vin est fabriqué à partir des raisins contenant du glucose ($C_6H_{12}O_6$), comment écrire la transformation chimique qui permet la transformation du glucose en éthanol (C_2H_6O) ?

1°) Réaction chimique : https://www.youtube.com/watch?v=6z_T2Prji-w

1°) Définition : Expérience entre la soude ($Na^+_{aq} + OH^-_{aq}$) et le sulfate de cuivre ($Cu^{2+}_{aq} + SO_4^{2-}_{aq}$).



Interprétations : Les ions hydroxydes (.....) et cuivre II (.....) s'associent pour former un solide l'hydroxyde de cuivre II $Cu(OH)_2(s)$

Définitions : Une réaction chimique est le passage d'un système chimique d'un **état initial** à un **état final** et ce à chaque fois qu'une nouvelle espèce chimique est ou
Les **réactifs** sont les espèces chimiques qui ou consommées au cours de la transformation et les **produits**, celles qui

Dans le cas de l'expérience ci-dessus les réactifs sont :, Na^+ et SO_4^{2-} sont des ions et le produit

Etat initial (EI) : Les 2 solutions avant d'être mélangées.

Etat final (EF) : Le précipité et le reste de la solution bleue.

Contre-exemples (transformations qui ne sont pas chimiques mais physique) : * l'ébullition de l'eau :
* fabrication d'un chandelier en fer forgé : on a au départ du fer, on a toujours à l'arrivée du

2°) Réaction chimique et équation de réaction :

a°) Lois de conservation : Dans le cas de la fermentation du raisin les éléments chimiques présents dans le réactif glucose $C_6H_{12}O_6$ (.....) se retrouvent dans les produits : l'éthanol C_2H_6O (il y a du) et le dioxyde de carbone CO_2 (.....). **C'est la loi de conservation des éléments chimiques** de Lavoisier (1743-1794) (« »)

- Une équation chimique décrit l'évolution d'un système dans lequel se déroule une
- Les réactifs et les produits y sont représentés par leur formule.
- Par convention, les réactifs sont placés à gauche et les produits à droite d'une orientée de gauche à droite afin de préciser le sens d'évolution du système.
- Des coefficients, appelés **nombre stœchiométriques**, placés devant la formule de chaque espèce mise en jeu, permettent de traduire la des éléments lors de la réaction.

Ainsi l'équation de fermentation du glucose s'écrit :



b°) Signification microscopique et macroscopique de l'équation chimique :

Le symbole d'un élément peut représenter **un atome**, mais aussi **une mole d'atomes de cet élément**. Il en est de même pour une molécule ou pour un ion.

L'équation chimique établit un bilan en quantité de matière.

Ainsi du point de vue microscopique une molécule de glucose donne après fermentation totale 2 molécules d'éthanol et .. molécules de dioxyde de carbone. Du point de vue macroscopique une mole de glucose donne

c°) Ajustement des nombres stœchiométriques :

https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_fr.html

L'écriture d'une équation chimique repose sur deux principes :

- **La conservation des éléments** : chaque membre doit comporter la même quantité de matière de chacun des éléments, que ceux-ci soient présents dans des ions, des molécules ou des atomes.
- **La conservation de la charge** : la somme algébrique des charges positives et négatives de chaque membre doit être la même.

Exemples :

Ex 1 : La combustion du glucose ($C_6H_{12}O_6$) avec le dioxygène de l'air donne de l'eau et du dioxyde de carbone.

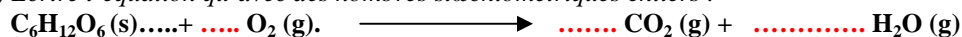
Les différentes étapes pour écrire l'équation chimique :

a°) *Ecrire les formules des réactifs et des produits :*

b°) *Ajuster les nombres stœchiométriques des espèces dont les éléments n'interviennent qu'une seule fois dans chaque membre :*

c°) *Assurer la conservation de l'élément non encore considéré :*

d°) *Ecrire l'équation qu'avec des nombres stœchiométriques entiers :*



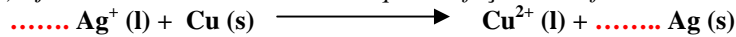
Ex 2 : La réaction entre les ions argent (Ag^+) et une plaque de cuivre donne des ions cuivre II (Cu^{2+}) et un dépôt noir d'argent.

Les différentes étapes pour écrire l'équation chimique :

a°) Ecrire les formules des réactifs et des produits :

b°) Ajuster les nombres stœchiométriques de façon à vérifier la conservation des charges :

c°) Ajuster les nombres stœchiométriques de façon à vérifier la conservation des éléments :

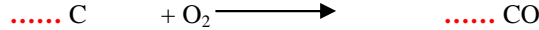


3°) **Bilan de matière et réactif limitant :**

https://phet.colorado.edu/sims/html/reactants-products-and-leftovers/latest/reactants-products-and-leftovers_fr.html

Soit la réaction entre le carbone (C) modélisé par une rose bleue et le dioxygène (O_2)

(Bouquet de 2 roses orange), le produit de la réaction est (CO) (bouquet contenant une rose orange et une rose bleue), l'équation de la réaction est :



Que se passe-t-il si nous disposons de : -cas 1 : 3 atomes ou 3 mole de carbone et 1 molécule de dioxygène ou 1 mole de dioxygène

- cas 2 : 2 atome de carbone ou 2 mole de carbone et 3 molécules de dioxygène ou 3 moles

de O_2 .

Pour répondre à cette question le professeur simule la situation du cas 1 avec les roses et complète le tableau traduisant l'avancement de la réaction ou avancement de fabrication des bouquets :

Cas 1 :

	2 C	+	O₂	\longrightarrow	2 CO
Etat initial	3 moles		1 mole		0
Etat final

Faire de même pour le cas 2 :

	2 C	+	O₂	\longrightarrow	2 CO
Etat initial	2 moles		3 mole		0
Etat final

Le réactif qui arrête la réaction (réactif limitant) car il n'y en a pas assez (en défaut) est le dans le cas 1 et le dans le cas 2.

Définition : un réactif qui est entièrement à la fin d'une réaction chimique totale est appelé **réactif limitant**. Dans le cas d'une réaction du type : $a \text{A} + b \text{B} \longrightarrow \text{produits}$ (ou a et b sont les coefficients stœchiométriques des espèces chimiques

A et B) si : $\frac{n(\text{mole} \cdot \text{A})}{a} < \frac{n(\text{mole} \cdot \text{B})}{b}$ l'espèce A est en défaut, elle est limitante et arrête la réaction

$\frac{n(\text{mole} \cdot \text{A})}{a} > \frac{n(\text{mole} \cdot \text{B})}{b}$ l'espèce B est en défaut, elle est limitante et arrête la réaction

Vérification : - dans le cas 1 : $\frac{n(\text{C})}{2} = \frac{3}{2} > \frac{n(\text{O}_2)}{1} = 1$ l'espèce est le réactif limitant

- dans le cas 2 : $\frac{n(\text{C})}{2} = \frac{2}{2} < \frac{n(\text{O}_2)}{1} = 3$ l'espèce est le réactif limitant

II°) **Effet thermique d'une réaction :**

Une transformation est **exothermique** si le système chimique libère de l'énergie vers le milieu extérieur donc la température extérieure

Une transformation est **endothermique** si le système chimique reçoit de l'énergie du milieu extérieur donc la température avoisinante (milieu extérieur) **diminue**.

III°) **Synthèse d'une espèce chimique :**

1°) **Espèces naturelles et synthétiques :**

Certaines espèces chimiques peuvent être naturelles comme : L'acide citrique (que l'on trouve dans les citrons), la caféine que l'on trouve dans les grains de café), le sucre (saccharose) est présent dans la betterave et la canne à sucre ...

D'autres sont dites synthétiques, comme : le paracétamol, l'acide citrique...

Définition

Les espèces chimiques **naturelles** sont celles qui existent dans la

Les espèces chimiques **synthétiques** sont préparées par à l'aide de réactions chimiques.

Remarque : Les espèces chimiques **artificielles** sont des espèces chimiques synthétiques qui n'existent pas dans la nature (exemple : l'aspirine, PVC ...)

2°) **Synthèse chimique :** Réaliser la synthèse d'une espèce chimique, c'est la préparer à partir d'autres espèces chimiques mieux adaptées, plus performantes et moins chères que celles extraites d'espèces naturelles, et cela grâce à une réaction chimique.

a) **Le mode opératoire précis :** la nature et les quantités de réactifs nécessaires, le solvant approprié, les consignes de sécurité à respecter, le montage utilisé, les différentes étapes à effectuer.

b) **L'étape de transformation** : Les réactifs et le produit diffèrent par leurs caractéristiques physiques.

Exemple : Pour synthétiser l'acétate de linalyle (arôme de Lavande intervenant dans le Synthol ® (traitement des ecchymoses et des coups) on utilise du linalol et de l'anhydride acétique.

	densité	$\theta_{\text{ébul}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	Solubilité dans l'eau salée	Formule brute
Linalol	0,86	199	Très faible	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$
Anhydride acétique	1,08	140	Très grande	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$
Acétate de linalyle	0,89	220	Très faible	$\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$
Acide acétique	1,05	118	Très grande	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

On peut schématiser cette transformation chimique comme suit :



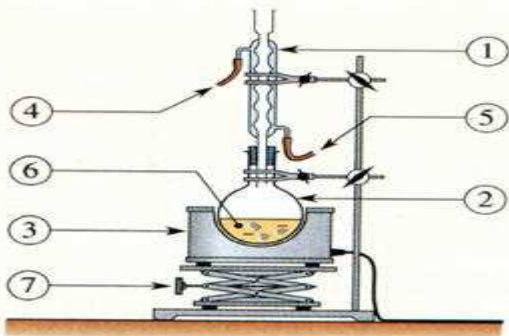
Certaines réactions, qui sont lentes à température ambiante, nécessitent un chauffage qui permet la réaction. On effectue alors un chauffage à reflux (voir ci-dessous) pour éviter les pertes d'espèces chimiques par vaporisation. En effet lors du chauffage à reflux, les vapeurs émises à l'ébullition sont et reviennent dans le mélange réactionnel sous forme liquide grâce à un réfrigérant à eau ou air .

<https://www.youtube.com/watch?v=tpRF2tE4fgE>



Ce type de chauffage intervient dans la synthèse de l'acétate de linalyle (arôme de Lavande fabriqué en TP) :

Chauffage à Reflux



- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-
- 7-

Pour accélérer certaines réactions chimiques, on peut ajouter une substance chimique (catalyseur) au mélange réactionnel.

c) **L'étape d'identification** :

Il est nécessaire de vérifier la présence de l'espèce attendue ainsi que son degré de pureté.

La caractérisation de l'espèce chimique peut se faire grâce à ses propriétés physiques : aspect, solubilité, température d'ébullition, température de fusion, densité, indice de réfraction...

On peut réaliser une chromatographie sur couche mince (C.C.M) : - de

-de

-d'un extrait naturel contenant la même espèce chimique.

Il faut ensuite comparer la position des différentes taches du chromatogramme obtenu. On doit avoir à la même hauteur associés aux dépôts.

Remarque : Une espèce chimique d'origine naturelle est identique à l'espèce chimique obtenue par synthèse. Rien ne permet de les différencier.