

PROBLÈMES STOECHIMÉTRIQUES

1. RAPPEL : LA RÉACTION CHIMIQUE ET SA PONDÉRATION

En 3^e et en début de 4^e nous avons traduit des réactions chimiques en équations chimiques. Pour ce faire nous avons souligné en bleu les réactifs et en vert les produits. Les termes français de l'énoncé pouvant être transcrits soit par un plus soit par une flèche.

Petit exemple :

On plonge un morceau de magnésium dans de l'acide chlorhydrique à 1 mol/L, on observe un dégagement gazeux de dihydrogène et on a identifié la formation de chlorure de magnésium en solution dans l'eau.

Remplis le tableau suivant :

	Réactif 1	Avec	Réactif 2	Donne	Produit 1	Avec	Produit 2
Dans l'énoncé en français							
Traduction en chimie							

Un peu de vocabulaire :

- la flèche représente la transformation de réactifs en produits,
- les réactifs se trouvent à gauche de l'équation, c'est eux qui vont réagir,
- les produits sont les substances obtenues après réaction, ils se trouvent à droite de la flèche,
- l'indice (nombre) donne le nombre d'atomes dans la molécule,
- le coefficient stoechiométrique (devant la substance) donne le nombre de molécules (atomes) qui sont nécessaires dans la réaction équilibrée.

L'objectif cette année est de prévoir la quantité de matière nécessaire à la réalisation d'un projet particulier.

Es-tu capable d'identifier la nature des réactifs et produits dans l'exemple ci-dessus ?

Le morceau de magnésium est sous l'état :

L'acide chlorhydrique à 1 mol/l est sous l'état :

Le dihydrogène est dans l'état :

Et le chlorure de magnésium est dans l'état :

Dans l'équation on notera en indice entre parenthèse s pour une substance solide, aq pour une substance en solution aqueuse, l pour un liquide et enfin g pour une substance gazeuse.

La dernière étape est d'équilibrer l'équation, pour cela tu dois compter le nombre de chaque atome des deux côtés de la flèche. Pour une équation équilibrée, ils doivent être identiques. ATTENTION, tu ne peux QUE multiplier un élément de l'équation pour obtenir le même nombre d'atomes.

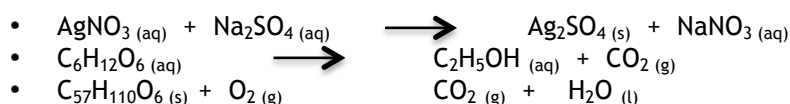
Exercices d'application

En plus des exercices de la page 9 voici quelques autres pour t'exercer.

Traduis ces réactions en équation chimique.

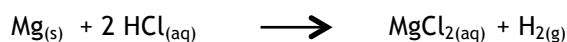
- En 1774, L'anglais Priestley découvrit le gaz que Lavoisier nomma plus tard oxygène. Il chauffa de l'oxyde de mercure (II), solide orange, qui se décomposa en dioxygène gazeux et en mercure, liquide gris.
- La réaction du calcium métallique sur l'eau entraîne un dégagement de dihydrogène gazeux et la formation d'hydroxyde de calcium aqueux.
- Le diazote et le dihydrogène réagissent dans un cylindre de voiture pour former du monoxyde d'azote, rejeté dans l'atmosphère. Ce monoxyde réagit ensuite avec le dioxygène de l'air pour former du dioxyde d'azote, en partie responsable des pluies acides. Le pot catalytique a été conçu pour éviter ce rejet.
- Un des procédés d'obtention du nickel consiste à chauffer le minerai contenant du sulfure de nickel (II) en présence d'air enrichi en dioxygène. En plus du nickel il se forme du dioxyde de soufre gazeux.
- Le procédé Haber utilise la réaction du dihydrogène sur le diazote afin de produire de l'ammoniac.
- L'acide phosphorique en solution peut être neutralisé par une solution d'hydroxyde de magnésium pour donner un précipité de phosphate de magnésium et de l'eau.

Pondère les équations suivantes.



2. LECTURE D'ÉQUATION CHIMIQUE

Reprenons l'exemple précédent :



Nous observons que nous avons besoin de deux fois plus d'acide que de magnésium pour avoir notre réaction à l'équilibre.

ATTENTION : au cours d'une transformation, la quantité de matière est TOUJOURS conservée. Loi de Lavoisier. Cf cours de 3^e.

2.1 Lecture microscopique.

Le nombre indiqué devant les molécules (ou atomes) indique les proportions de molécules qui réagissent les unes avec les autres.

Ici une molécule de magnésium a réagi avec deux molécules d'acide chlorhydrique pour former une molécule de chlorure de magnésium et une molécule de dihydrogène.

La lecture microscopique considère le nombre théorique de molécules de la réaction.

2.2 Lecture macroscopique.

Le coefficient indique la proportion du nombre de moles intervenant dans la réaction.

Ici donc nous avons une mole de magnésium qui réagit avec deux moles d'acide pour donner une mole de chlorure de magnésium et une mole de dihydrogène.

La lecture macroscopique envisage le nombre théorique de moles de la réaction.

3. RÉOLUTION D'UN PROBLÈME STOECHIMÉTRIQUE

En partant toujours de notre exemple, je voudrais savoir quelle masse de dihydrogène sera formée à partir d'une masse de 1 g de magnésium.

	$\text{Mg}_{(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow$		$\text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$	
Lecture molaire	Une mole	Deux moles	Une mole	Une mole
m_{initiale}	$m = 1\text{g}$?	0	0
$n_{\text{initial (réel)}}$?	?	0	0
$n_{\text{réagissant}}$	- ?	- ?	+ ?	+ ?
n_{final}	0	0	?	?
m_{finale}	0	0	?	?

On considère que les deux réactifs se transforment complètement pour donner les deux produits. Le nombre de moles réagissant (n_r) est indiqué précédé d'un moins si elles disparaissent (réactif), précédé d'un plus si elles apparaissent (produit).

Comment remplir le tableau et trouver l'inconnue ? On connaît la masse et on souhaite le nombre de moles. On utilise alors la masse molaire qui relie les deux grandeurs.

	$\text{Mg}_{(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow$		$\text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$	
Lecture molaire	Une mole	Deux moles	Une mole	Une mole
m_{initiale}	$m = 1\text{g}$?	0	0
$n_{\text{initial (réel)}}$	$M_{(\text{Mg})} = 24 \text{ g/mol}$ $M = m/n$ donc $n = m/M$ $n = 1/24 = 0,04$ mol	Nous avons 2 moles au niveau théorique, donc concrètement $n = 0,08$ mol	0	0
$n_{\text{réagissant}}$	- 0,04 mol	- 0,08 mol	+ 0,04 mol	+ 0,04 mol
n_{final}	0	0	0,04 mol	0,04 mol
m_{finale}	0	0	$M = 24 + (2 \times 35)$ $= 94 \text{ g/mol}$ $m = M/n$ $m = 94 \times 0,04$ $m = 3,76 \text{ g de MgCl}_2$	$M = 2 \times 1 = 2 \text{ g/mol}$ $m = 2 \times 0,04$ $m = 0,08 \text{ g de H}_2$

3.1 Méthode de résolution

- 1) Lire l'énoncé et identifier réactifs soulignés en bleu et produits soulignés en vert.
- 2) Écrire l'équation chimique pondérée en précisant l'état physique des corps.
- 3) Tracer un tableau pour faire le bilan de la matière :
 - a. n_i = nombre de moles initial ;
 - b. n_r = nombre de moles qui réagissent (disparaissent (-) ou se forment (+)) ;
 - c. n_f = nombre de moles final.
- 4) Identifier les données utiles présentes dans le problème.
- 5) Convertir les données utiles en nombre de moles (n) et les introduire dans le tableau de bilan.
- 6) Compléter le tableau en utilisant les coefficients stoechiométriques.
- 7) Calculer les inconnues du problème (V , m , C).

8) Exprimer la réponse en une phrase et vérifier sa pertinence.

3.2 Rappel des principales formules utiles

Grandeurs	Symboles	Unités	Formules et valeurs particulières
Quantité de matière	n	mol	
Masse molaire	M	g/mol	$M = m/n$
Masse	m	g	
Concentration massique	Y	g /L	$Y = m/V$
Concentration molaire	C	mol/L	$C = n/V$
Volume molaire volume d'une mole	V_m	L	22,4 L dans les CNTP 24,5 L dans les CSTP
Nombre d'entités	N	/	$N = n \cdot N_A$
Nombre d'Avogadro	N_A	/	$6,02 \cdot 10^{23}$ unités par mol

3.3 Exercices de synthèse

Résous le problème en utilisant le tableau vu en classe. N'oublie pas de répondre à la question pour clôturer ton problème. Souligne en bleu les données et en vert les inconnues.

- On considère la combustion de l'acétone : $C_3H_6O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
Combien de moles d'acétone ont disparu lorsqu'on obtient 7,25 moles de dioxyde de carbone?
- On considère l'équation de réaction de la préparation du dichlore à partir du dioxyde de manganèse et du chlorure d'hydrogène : $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$. On fait réagir 3 moles de dioxyde de manganèse sur 5 moles de chlorure d'hydrogène. Un des réactifs disparaît. Donner la composition en moles du milieu réactionnel en fin de réaction.
- On peut préparer de l'ammoniac à partir d'un oxyde de Calcium et de chlorure d'ammonium, la réaction s'accompagne aussi de production de Chlorure de calcium et d'eau. Calcule le volume d'ammoniac gazeux produit par la réaction de 112 g d'oxyde de calcium dans les conditions CTNP. Pour résoudre le problème, utilise des valeurs entières pour tes calculs. (Rappel : dans les CNTP 1 mole de gaz occupe un volume de 22,4 L)
- Le méthanol (CH_3OH) est utilisé comme antigel dans l'eau des lave-glaces de voiture. On peut l'obtenir en faisant réagir du monoxyde de carbone avec du dihydrogène. Calcule la masse de méthanol produite si l'on fait réagir 50 kg de monoxyde de carbone sur une masse de 7,2 kg de dihydrogène. Pour résoudre le problème, utilise des valeurs entières pour tes calculs.
- L'hydroxyde de lithium est utilisé dans les sous-marins pour purifier l'air du dioxyde de carbone et le transformer en carbonate de lithium et en eau liquide. Quelle masse de dioxyde de carbone peut-être absorbée par 1 kg d'hydroxyde de lithium? Pour résoudre le problème, utilise des valeurs entières pour tes calculs.
- Par l'action d'acide chlorhydrique (HCl), il est possible d'enlever la rouille (Fe_2O_3) se formant sur les tôles. Quelle masse de rouille peut-on enlever avec une solution contenant 3,60 g d'HCl?
- Quelles masses de $MgCl_2$ et d' H_2 obtient-on par réaction d'une quantité suffisante d'HCl avec 8,00 g de magnésium pur Mg ?
- Le diiode est formé en faisant barboter du dichlore dans un bécher rempli d'une solution d'iodure de sodium. On observe la formation de chlorure de sodium dans le bécher. Quelle masse d'iodure de sodium doit-on faire dissoudre pour produire 50 g de diiode? Utilise des valeurs entières.
- Pour former de l'oxyde d'aluminium (III) on fait réagir du dioxygène avec de l'aluminium. Quelle quantité d'oxyde d'aluminium va être produit par oxydation de 100 g d'aluminium ?
- Une filiale de production d'engrais azotés utilise 500 tonnes d'ammoniac par jour. La synthèse de l'ammoniac est réalisée à partir du diazote de l'air et du dihydrogène issu de la conversion du méthane. Calcule le volume de dihydrogène nécessaire pour la production d'une journée.

- FT3

Depuis plusieurs années, nos voitures sont équipées de systèmes d'airbag, qui nous protègent en cas d'accidents.

Mais comment fonctionnent ces énormes « bouées » ?

Un système d'airbag est constitué principalement d'un gonfleur (ou générateur de gaz) muni d'un dispositif de déclenchement et enfin un coussin gonflable. Le coussin gonflable en nylon est plié spécialement pour permettre un déploiement rapide et sûr. Le coussin possède sur les flancs des trous d'évacuation des gaz pour assurer un bon amortissement de l'occupant de la voiture. Le volume du coussin varie entre 30 et 70 litres du côté conducteur et de 60 à 160 litres du côté passager. Le couvercle plastique qui cache le coussin sous le volant s'ouvre automatiquement par le fait de la pression exercée sur lui lors du déploiement du sac ; une charnière le retient ensuite sur place. C'est en 50 millièmes de secondes (la moitié du temps d'un clignement d'œil) que le coussin est complètement gonflé ; il se dégonfle en ensuite en deux dixièmes de seconde.

Des réactions chimiques sont à l'origine de ce système de gonflement automatique. Les plus courants des gonfleurs utilisent des combustibles solides, des pastilles blanches de nitrure de sodium explosif (NaN_3). Cet explosif est associé à deux autres produits, du nitrate de potassium et du dioxyde de silicium.

Une succession de trois réactions vont se suivre. (Attention les équations du système doivent être pondérées)

1. C'est une impulsion électrique (détonateur) qui va permettre d'enflammer les pastilles de nitrure de sodium. L'inflammation du nitrure de sodium produit du diazote gazeux, inoffensif, mais également du sodium solide qui est potentiellement dangereux car il réagit violemment en présence d'eau.
2. Pour éliminer le sodium on le fait réagir avec du nitrate de potassium. Il se produit de l'oxyde de potassium solide, de l'oxyde de sodium solide et du diazote gazeux.
3. Malheureusement les deux oxydes solides sont potentiellement corrosifs en présence d'eau, ils sont dès lors éliminés en ajoutant aux deux oxydes de la silice (SiO_2), le composé ainsi formé un silicate de formule $\text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4$ (poudre de verre), est un produit inoffensif inerte et non inflammable.

Quelle est la masse de sodium obtenue si 50 g de NaN_3 , nécessaires pour gonfler un airbag, réagissent ?

Quelques liens pour s'exercer :

Sur mon site

<http://sciencesinversees.weebly.com/liens-pour-s'exercer-en-chimie.html>

site de l'UCL

<http://sites.uclouvain.be/sc-md1105/principal2.html>

Site FUNDP

<http://www.unamur.be/sciences/enligne/transition/chimie/fichesderevision/revision7/calculs.htm>

La chimie.net

<http://www.lachimie.net/index.php?page=23#.VnkOr1Kp2sl>

Deux vidéos canadiennes, ils n'utilisent pas notre tableau mais cela reste compréhensible.

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

<https://www.youtube.com/watch?v=ajk5bi7Ttyc>

un exercice en vidéo

<https://www.youtube.com/watch?v=fMPhouQPl1E>