

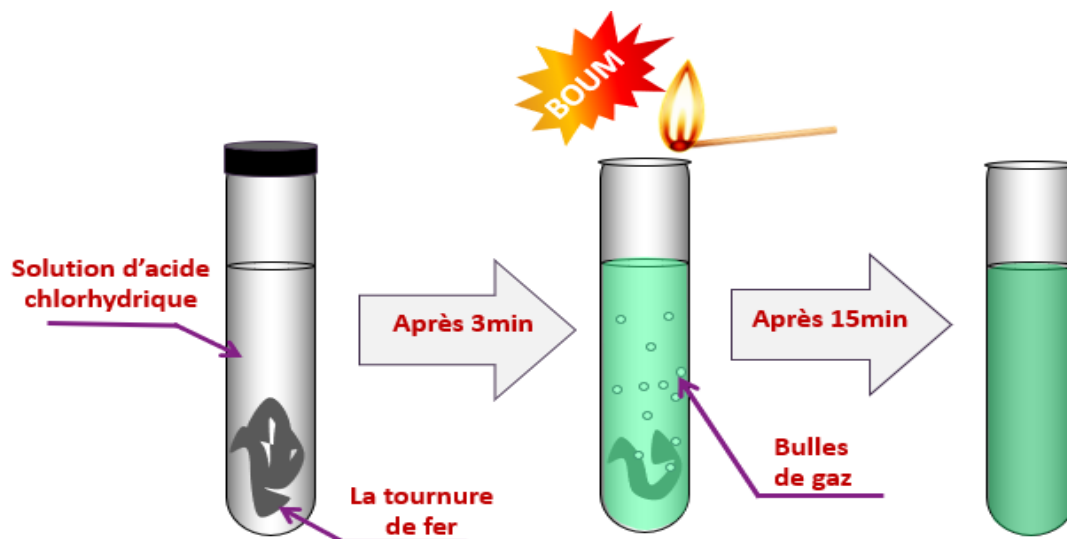
Leçon 4 : Suivi d'une transformation chimique

I. L'évolution d'un système au cours d'une transformation chimique

1) Activité

a) Manipulation 1

- On introduit une tournure de fer dans un tube à essais contenant une solution de l'acide chlorhydrique ($H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$), puis on ferme le tube à l'aide d'un bouchant adapter.
- Après quelques minutes, on retire le bouchant et on rapproche une allumette enflammée à l'ouverture du tube.



- ❶ Quelles sont les espèces chimiques présentes dans le mélange du tube à l'état initial ?
- ❷ Qu'arrive-t-il au mélange avec le temps ?
- ❸ Quel est le gaz qui donne une détonation en présence du feu dans cette expérience ?

Correction :

- ❶ Les espèces chimiques présentes dans le mélange de tube à l'état initial sont :

L'acide chlorhydrique ($H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$), le fer $Fe_{(s)}$ et l'eau H_2O (solvant)

- ❷ On constate que :

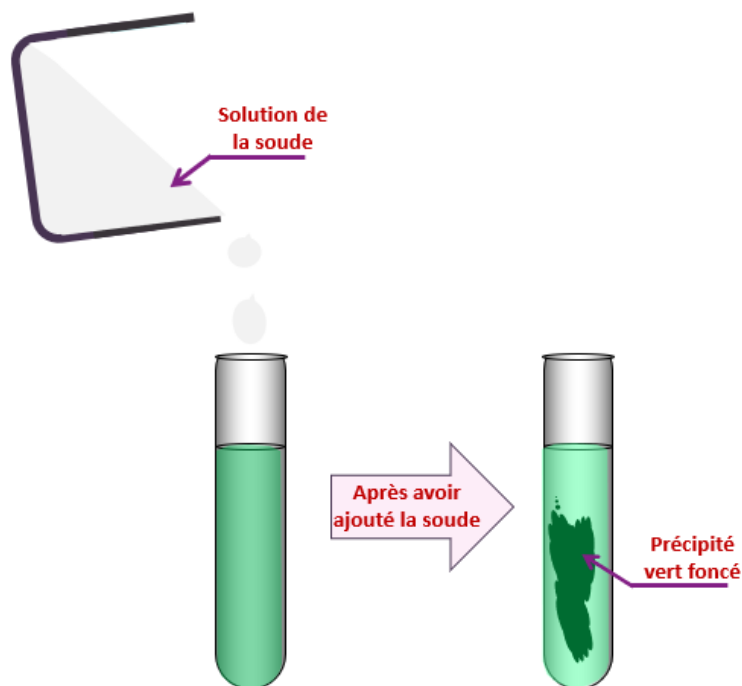
- Le mélange se colore progressivement en vert.
- L'apparition d'un gaz qui donne une détonation en présence de feu.

- ❸ Le gaz qui donne une détonation en présence du feu dans cette expérience est dihydrogène.

a) Manipulation 2

Lorsque la réaction est terminée on verse quelques gouttes de la soude ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) dans le tube à essais.

- ❶ Quel est le nom du précipité formé dans le tube après avoir ajouté la soude.
- ❷ Quel est le nom de l'espèce chimique détectée par ce test.
- ❸ En se basant sur les résultats des deux manipulations, Écrire l'équation de la réaction modélisant l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer.



Correction :

❶ Le précipité formé dans le tube après avoir ajouté la soude est l'hydroxyde de fer II sa formule chimique est : $Fe(OH)_2$

❷ Ce test montre que la solution du tube à essai contient les ions de fer $Fe^{2+}_{(aq)}$.

❸ L'équation de la réaction modélisant l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer est :



2) Définitions

- La transformation chimique est une transformation dans laquelle des corps disparaissent appelés réactifs et des nouveaux corps apparaissent appelés produits.
- On appelle système chimique l'ensemble des espèces chimiques qui s'existent dans le milieu réactionnel.
- Pour décrire un système chimique à un état donné, on doit préciser :
 - La quantité de matière, l'état physique (solide, liquide, gaz ou aqueux) de chaque espèce chimique de ce système.
 - Les conditions de pression P et de température T.
- L'état initial est l'état du système au moment où on mélange les réactifs.
- L'état de la transformation est l'état du système à un instant donné.
- L'état final est l'état du système lorsque la réaction est terminée.

3) Modélisation d'une transformation

- La réaction chimique est une modélisation simple de la transformation chimique dans laquelle on utilise une équation appelée équation de la réaction (bilan de réaction).
- L'équation de la réaction est obtenue en écrivant les formules des réactifs à gauche de la flèche et les formules des produits à droite de la flèche.
- Au cours d'une réaction chimique il y a conservation des éléments chimiques et de la charge électrique.
- L'équation d'une réaction chimique s'écrit sous la forme suivante : $aA + bB \rightarrow cC + dD$ tel que :
 - a , b et c sont les coefficients stœchiométriques.
 - A et B sont les formules chimiques des réactifs.
 - C et D sont les formules chimiques des produits.

Exemple : L'équation de la réaction chimique modélisant l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aluminium : $6H_{(aq)}^+ + 2Al_{(s)} \rightarrow 2Al_{(aq)}^{3+} + 3H_{2(s)}$

II. L'évolution des quantités de matière des espèces chimiques au cours d'une transformation chimique

1) L'avancement de la réaction

- Lors d'une transformation chimique, les variations des quantités de matière des réactifs et des produits sont proportionnelles à une grandeur appelée avancement de la réaction.
- L'avancement de la réaction notée x est une grandeur positive s'exprime en mol.

Exemple : On considère la réaction suivante : $6H_{(aq)}^+ + 2Al_{(s)} \rightarrow 2Al_{(aq)}^{3+} + 3H_{2(s)}$

Pendant cette réaction il se consomme $6x$ de H^+ et $2x$ de Al tandis qu'il se forme $2x$ de Al^{3+} et $3x$ de H_2

2) L'avancement maximale et le réactif limitant

- L'avancement maximal x_{max} est la valeur que prend l'avancement de la réaction lorsque la réaction est terminée.
- Le réactif limitant est l'espèce chimique qui se consomme totalement à la fin de la réaction.

3) Le tableau d'avancement

- Pour suivre l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une réaction chimique on construit un tableau descriptif appelé tableau d'avancement.
- On trace le tableau d'avancement d'une transformation chimique de la manière suivante :

Équation		$aA + bB \rightarrow cC + dD$				
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)				
Initial	0	$n_i(A)$	$n_i(B)$		0	0
Intermédiaire	x	$n_i(A) - ax$	$n_i(B) - bx$		cx	dx
Final	x_{max}	$n_i(A) - ax_{max}$	$n_i(B) - bx_{max}$		cx_{max}	dx_{max}

Application

On considère le tableau d'avancement associé à la réaction de fer Fe et les ions d'argent Ag^+

Équation		$Fe_{(s)} + 2Ag_{(aq)}^+ \rightarrow Fe_{(aq)}^{2+} + 2Ag_{(s)}$				
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)				
Initial	0					
Intermédiaire	x					
Final	x_{max}					

❶ Compléter le tableau d'avancement ci-dessus.

❷ Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.

❸ Déterminer le bilan de matière à l'état final

Correction :

Correction de l'application :

Laissez 15 lignes

4) Le mélange stœchiométrique

- On dit qu'un mélange est stœchiométrique si tous les réactifs sont complètement consommés à l'état final.
- On considère l'équation chimique suivante : $aA + bB \rightarrow cC + dD$, le mélange est stœchiométrique, donc :

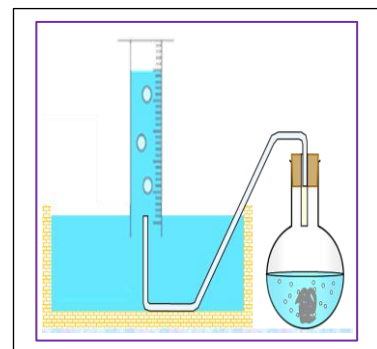
$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$$

Application

Pour étudier la réaction de l'acide chlorhydrique avec le zinc, on introduit dans un ballon, une tournure de zinc $Zn_{(s)}$ de masse $m = 3,27g$ et on y verse à un volume $V_A = 10mL$ d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration $C_A = 4mol.L^{-1}$.

À l'aide du montage expérimentale schématisé ci-contre, on mesure le volume de dihydrogène H_2 formé à l'état final et on trouve : $V_f(H_2) = 438mL$

- 1 Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.
- 2 Faire le bilan des espèces chimiques présentes dans le mélange à l'état initial.
- 3 Écrire l'équation de la réaction chimique de l'acide chlorhydrique et le zinc, sachant qu'il se produit les ions $Zn^+_{(aq)}$ et le dihydrogène gazeux lors de cette transformation.
- 4 Compléter le tableau d'avancement associé à cette réaction.
- 5 Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
- 6 Déterminer le bilan de la quantité de matière du système à l'état final.
- 7 Calculer le volume de H_2 formé à la fin de la réaction et la comparer avec celle mesurer expérimentalement.
- 8 Représenter sur la figure ci-contre les courbes représentant les variations des quantités de matière des espèces chimiques qui se trouvent dans le mélange en fonction de l'avancement x de la réaction.



Données :

- Le volume molaire : $V_m = 24L.mol^{-1}$
- La masse molaire de zinc : $M(Zn) = 65,4g/mol$

Correction :

Laissez une page et demie.

Résumé : En s'appuyant sur le tableau d'avancement de la réaction, on peut prédire la composition du système à l'état final.