

NOM 1 : .....

Prénom : .....

Classe : .....

NOM 2 : .....

Prénom : .....

Classe : .....

1<sup>ère</sup> Spé

Thème : Constitution et transformation de la matière

TP09

Chimie

Réaction de l'acide chlorhydrique sur le magnésium

Chap.3

- **But du TP** : À partir de la mesure de la pression, étudier la transformation chimique entre le magnésium et l'acide chlorhydrique.

### Introduction

- Le magnésium Mg est un élément chimique hautement réactif. Laisse à l'air libre, il se revêt rapidement d'une mince couche d'oxyde étanche réduisant sa réactivité (passivation par oxydation). Le métal pur brûle aisément en produisant une lumière brillante, blanche, éblouissante caractéristique.
- Etudions sa réactivité vis-à-vis de l'acide chlorhydrique ( $H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ).
  - **Données** :  $M(Mg) = 24,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ; Couples Ox/Red mis en jeu :  $H^+_{(aq)}/H_2(g)$  ;  $O_2(g)/H_2O(l)$  ;  $Mg^{2+}/Mg(s)$   
L'ion magnésium  $Mg^{2+}$  est mis en évidence par action d'une solution de soude ; il se forme alors un précipité blanc. Les ions chlorure  $Cl^-_{(aq)}$  sont spectateurs lors de cette réaction.



Magnésium obtenu par électrolyse

### Document 1 : Gaz parfait

- Un gaz parfait est un modèle dans lequel les molécules de gaz sont suffisamment éloignées les unes des autres pour que l'on puisse négliger les interactions électrostatiques entre elles. Ainsi, quelle que soit la nature du gaz, il existe une relation entre la pression P du gaz, son volume V et la température T :  $P \times V = n \times R \times T$  où R est la constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  avec P : Pression (en Pa), V : Volume (en  $m^3$ ), n : quantité de matière de gaz (en mol) et T : température absolue (en K)
- **Rappels** :  $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$  ;  $T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$

Gaz	Dihydrogène $H_2$	Dioxygène $O_2$	Dioxyde de carbone $CO_2$
Test de reconnaissance	Explose à l'approche d'une flamme	Rallume une bûchette incandescente	Trouble l'eau de chaux

### Document 2 : Matériel et solutions à disposition.

<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubes à essais + bouchon</li> <li>Eprouvette graduée de 10 mL</li> <li>Petit ballon + bouchon troué + tuyau de dégagement</li> <li>Capteur de pression (pressiomètre)</li> <li>Balance de précision à 0,01 g près</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruban de magnésium : 100 cm de ruban pèse 1,85 g</li> <li>Flacon avec solution de soude à <math>1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}</math></li> <li>Allumettes</li> <li>Thermomètre électronique</li> <li>Solution aqueuse d'acide chlorhydrique à <math>1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}</math> (au bureau)</li> </ul>
---	---

## I. Etude qualitative

### Protocole expérimental (Réaliser)

- Placer un petit morceau de magnésium dans un tube à essais.
  - Y ajouter environ 2 mL d'acide chlorhydrique et boucher immédiatement le tube avec un bouchon.
- Qualifier la cinétique (rapide, lente, très lente) et l'effet thermique (exothermique, athermique, endothermique) de la réaction.
  - Pourquoi cette transformation peut-elle être suivie par mesure de la pression ? Comment évoluera cette pression au cours de la réaction ?

### Equation de la réaction (Réaliser-Analyser)

- Approcher une allumette enflammée près de l'ouverture du tube. Observer...
  - Verser un peu d'une solution de soude (ou hydroxyde de sodium) dans le tube jusqu'à apparition d'un précipité caractéristique.
- Nommer le gaz produit et l'ion formé au cours de cette réaction.
  - Ecrire les 2 demi-équations d'oxydoréduction mises en jeu, en indiquant quels sont l'oxydant et le réducteur.
  - En déduire l'équation de la réaction chimique entre le magnésium et l'acide chlorhydrique.

## II. Etude quantitative

- On souhaite savoir si les réactifs sont ajoutés en proportions stœchiométriques ou non, et dans ce cas quel est le réactif limitant...

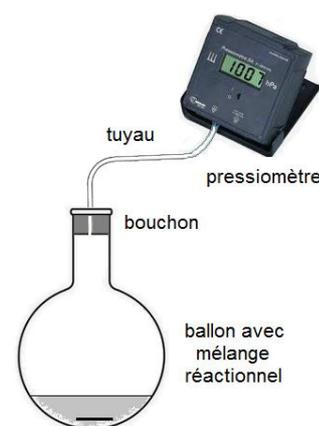
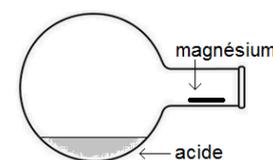
### Avancement maximal de la réaction (Analyser)

- A l'aide de l'éprouvette graduée, prélever 10 mL de la solution d'acide chlorhydrique.
  - Calculer la quantité de matière d'ions hydrogène  $H^+$  présents.
- Mesurer avec précision la longueur d'un morceau de magnésium d'environ 2 cm :  $l = \dots\dots\dots$  cm.
- En déduire sa masse  $m(Mg)$  et la quantité de matière  $n(Mg)$  de magnésium présents.
- Répondre à la problématique en calculant la valeur de l'avancement maximal  $x_{max}$  de la réaction chimique (on pourra s'aider du tableau ci-dessous).

Equation chimique		+	→	+	
Etat du système	Avancement	Bilan de matière (en mmol)			
Etat initial	$x = 0$				
Au cours de la transformation	$x > 0$				
Etat final	$x_{max}$				

### Protocole expérimental (Réaliser)

- Fixer une extrémité du tuyau au capteur, et l'autre extrémité au bouchon troué.
- Mesurer précisément 10 mL d'acide chlorhydrique et les verser dans le ballon.
- **Attention, la suite est délicate et requière une extrême minutie** (voir schéma ci-contre).
- Incliner le ballon afin d'y déposer sur l'encolure le petit morceau de magnésium **mais sans que celui-ci ne tombe dans l'acide !**
- Boucher avec précautions le récipient de façon hermétique avec le bouchon troué.
  - Mesurer la pression initiale  $P_i = \dots\dots\dots$
- Placer verticalement le ballon pour que le magnésium tombe dans l'acide **tout en maintenant fermement le bouchon pendant toute l'expérience** pour éviter que la force pressante ne l'expulse.
  - Lorsque la transformation est terminée, mesurer la pression finale  $P_f = \dots\dots\dots$
  - En déduire la variation de pression  $\Delta P$  due à la formation du gaz produit :  
 $\Delta P = \dots\dots\dots$
  - Mesurer la température du gaz contenu dans le ballon :  $\theta = \dots\dots\dots$



### Exploitation (Analyser)

- En observant le contenu du ballon, vérifier que le réactif limitant est bien celui déterminé en II-3).
- A partir de vos mesures, élaborer un protocole pour déterminer l'avancement final  $x_f$  de la réaction.
  - **Aide** : Exploiter la relation des gaz parfaits et les mesures précédentes. On considérera que le volume que peuvent occuper les gaz (ballon + tuyau – bouchon – liquide) vaut environ  $65 \text{ cm}^3$ .

**Appeler le professeur en cas de difficulté et/ou pour lui présenter votre démarche expérimentale.**

- Comparer l'avancement final  $x_f$  de la réaction avec la valeur de l'avancement maximal  $x_{max}$  calculée précédemment (% ER).

### III. Mélange stœchiométrique

- On souhaite visualiser l'évolution de la composition du mélange réactionnel au cours de la transformation chimique.

#### Programmation (Réaliser-Analyser)

- Un programme informatique permet de visualiser la quantité de matière des réactifs et des produits en fonction de l'avancement.
- Ouvrir le logiciel *EduPython*.
- Charger le fichier *Courbes évolution.py* présent dans les documents de votre classe (PC).
- Enregistrer ce fichier dans vos documents personnels.
- Modifier le programme (voir ci-contre) en indiquant :
  - Le coefficient stœchiométrique des espèces mises en jeu ;
  - La valeur initiale de la quantité de matière de Mg et de H<sup>+</sup>.
- Exécuter le programme. 

```
#Equation du type aA + bB -> cC + dD
A, B, C, D = "Mg", "H+", "Mg2+", "H2"
a, b, c, d = 0, 0, 0, 0 ← coefficient stœchiométrique
n_Ai, n_Bi, n_Ci, n_Di = 0, 0, 0, 0 ← quantité de matière
                                initiale (en mmole)
courbes(a,b,c,d,n_Ai,n_Bi,n_Ci,n_Di,A,B,C,D)
```

- Le réactif limitant est-il bien le même ? Justifier.
- Déterminer la masse de magnésium nécessaire pour être dans les proportions stœchiométriques.
- Dans le programme, modifier la valeur de la quantité de matière initiale  $n_{Mg}$  et visualiser les courbes.

 **Faire vérifier les courbes par le professeur.** 

#### Problème (Raisonner)

- Déterminer la masse de magnésium et le volume d'acide chlorhydrique nécessaires pour produire 0,50 L de dihydrogène dans les conditions standards ( $\theta = 20\text{ °C}$ ,  $P_{atm} = 1013\text{ hPa}$  et volume molaire  $V_m = 24\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

**Barème, compétences et note : Critères A = 2 ; B = 1 ; C = -1 ; D = -2**

Questions	Coef	Blouse Rangement ...	Analyser/ Raisonner	Réaliser	Communiquer
<b>I</b>	Exp	1		A-B-C-D	
	1-2	1		A-B-C-D	
	Exp	1		A-B-C-D	
	3-4-5	2		A-B-C-D	
<b>II</b>	1-2-3	2		A-B-C-D	
	Exp	3		A-B-C-D	
	4-5-6	2		A-B-C-D	
<b>III</b>	Pgrm	1		A-B-C-D	
	1-2-3	2		A-B-C-D	
<b>Global</b>		<b>A-B-C-D</b>	<b>A-B-C-D</b>	<b>A-B-C-D</b>	<b>A-B-C-D</b>
<b>Coefficient</b>		<b>2</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
<b><u>NOTE Nom 1 : ..... /20</u></b>					
<b><u>NOTE Nom 2 : ..... /20</u></b>					

NOTE = ENT( $\frac{20}{4 \times \text{SCF}} \times (\text{SOMMEPROD}(\text{critère});(\text{coefficient})) + 2 \times \text{SCF}$ ) où ENT est la partie entière du nombre, SOMMEPROD la somme des produits entre le critère et le coefficient, et SCF la somme des coefficients.

## Matériel

<b>Élèves</b>	<b>Bureau</b>
<input type="checkbox"/> 1 Petit ballon + bouchon troué	<input type="checkbox"/> Ruban de magnésium
<input type="checkbox"/> 1 Tuyau de dégagement	<input type="checkbox"/> 18 petits morceaux de magnésium de 2,0 cm de long
<input type="checkbox"/> 1 Bécher 50 mL	<input type="checkbox"/> Solution aqueuse d'acide chlorhydrique 1,0 mol.L <sup>-1</sup>
<input type="checkbox"/> 1 Eprouvette de 10 mL	<input type="checkbox"/> Balance de précision au centigramme
<input type="checkbox"/> Capteur de pression	<input type="checkbox"/> Régllet de 1,000 m
<input type="checkbox"/> Tubes à essais + bouchon	<input type="checkbox"/> Ciseaux
<input type="checkbox"/> Allumettes	<input type="checkbox"/> Eau distillée
<input type="checkbox"/> Thermomètre électronique	
<input type="checkbox"/> Flacon de soude molaire	