

Objectif : déterminer des volumes molaires et tester la loi d'Avogadro-Ampère.

DOCUMENT 1 : VOCABULAIRE.

Le volume molaire d'une espèce chimique noté V_m est le volume occupé par une mole de cette espèce. A 25°C et à pression atmosphérique le volume molaire théorique vaut $V_m = 24,5 \text{ L/mol}$

DOCUMENT 2 : TESTS D'IDENTIFICATION DE QUELQUES GAZ.

Le dioxygène O_2 ravive une buchette incandescente.

Le dioxyde de carbone CO_2 forme un précipité blanc avec l'eau de chaux.

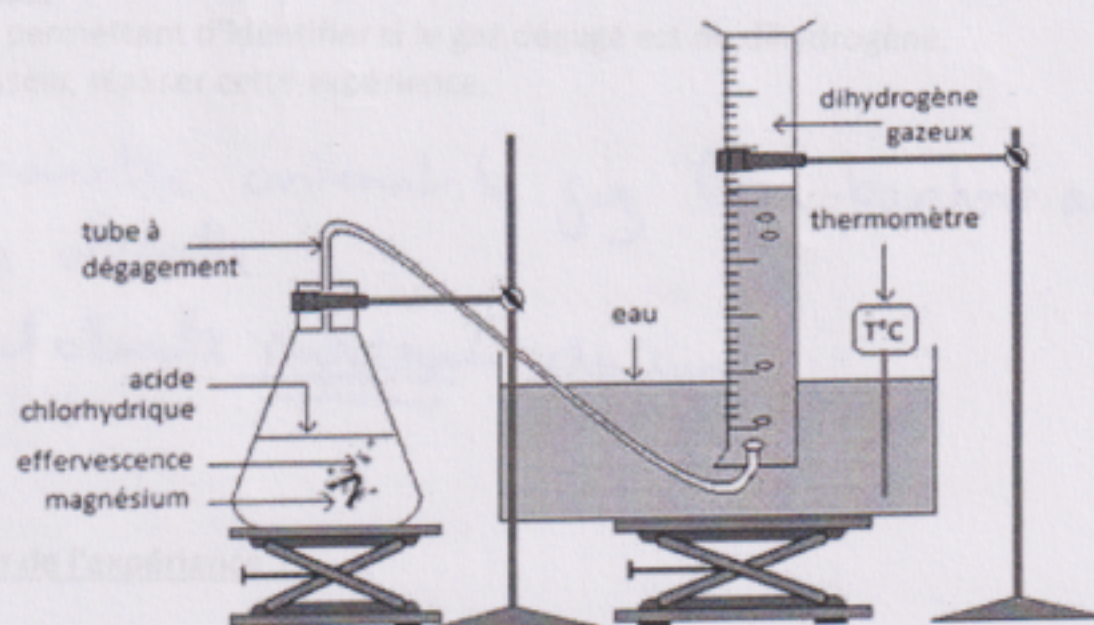
Le dihydrogène H_2 provoque une détonation en présence d'une allumette enflammée.

DOCUMENT 3 : LOI D'AVOGADRO-AMPERE :

Le volume molaire des gaz est indépendant de la nature du gaz, pour une pression et une température donnée. C'est à dire que peu importe le gaz, une mole occupe toujours le même volume

Document 4 : RECUEILLIR UN GAZ PAR DEPLACEMENT D'EAU.

Dispositif expérimental pour l'expérience A :



- Remplir à moitié un cristalliseur et à ras bord une éprouvette graduée, avec de l'eau du robinet.
- Boucher l'éprouvette avec la paume de la main et la retourner dans l'eau contenue dans le cristalliseur. Aucune bulle d'air ne doit être présente dans l'éprouvette.
- Déboucher l'éprouvette, la fixer sur une pince et placer en-dessous un tube à dégagement.
- Dans un erlenmeyer, introduire les espèces nécessaires à la production du gaz (voir protocole des l'exp 1 et exp 2), puis placer rapidement le tube à dégagement sur l'erlenmeyer.
- Attendre la fin de la réaction et noter le volume de gaz recueilli.

Partie1 : PROTOCOLE 1 : Production du gaz noté A

Expérience 1 : Un morceau de ruban de métal magnésium $\text{Mg}_{(s)}$ réagit avec une solution d'acide chlorhydrique $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$.

magnésium en ruban $\text{Mg}_{(s)}$  port de gants et de lunettes	acide chlorhydrique $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$  port de gants et de lunettes
--	--

Mise en place de l'expérience :

1/ Détermination de la longueur du ruban de magnésium :

La masse linéique du magnésium en ruban vaut $2,0 \text{ g.m}^{-1}$. Elle correspond à la masse d'une longueur d'un mètre de ce ruban. Évaluer la longueur du ruban de magnésium à prélever pour obtenir une masse $m_{\text{Mg}} = 40 \text{ mg}$ de magnésium. Détailler le calcul et noter la valeur de la longueur.

Longueur du ruban de magnésium : $L = 2,0 \text{ cm}$

masse	longueur
2,0g	1,0m

$$40 \text{ mg} = 40 \times 10^{-3} \text{ g} \quad L = \frac{40 \times 10^{-3}}{2} = 20 \times 10^{-3} \text{ m} = 20 \text{ mm} = 2,0 \text{ cm}$$

2/ Protocole de l'expérience 1 :

- Poser l'erlenmeyer de 50 mL sur l'agitateur magnétique. Placer le barreau aimanté à l'intérieur.
- Introduire 50 mL de solution d'acide chlorhydrique à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ dans l'erlenmeyer.
- Introduire le morceau de magnésium (préalablement découpé) dans l'erlenmeyer et le boucher **le plus rapidement possible**.
- Mettre en marche l'agitateur magnétique.
- Observer que le dégagement gazeux se fait bien dans l'éprouvette retournée.
- Noter le volume de gaz dégagé : $V = 35 \text{ mL}$

3/ Mise en évidence du gaz :

- Proposer un protocole permettant d'identifier si le gaz dégagé est du dihydrogène.
- Après accord du professeur, réaliser cette expérience.

- Sortir l'éprouvette contenant le gaz (en bouchant avec le pouce)
- Allumer une allumette
- Approcher l'allumette rapidement du gaz

Questions d'exploitation de l'expérience 1 :

a/ Comment savoir que la réaction chimique est terminée ? Comment nomme-t-on le réactif qui a complètement disparu ?

il n'y a plus de dégagement gazeux et le magnésium a complètement disparu (c'est le réactif limitant)

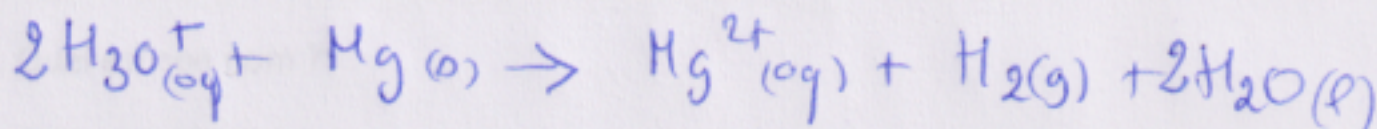
b/ Lors de la réaction chimique, les ions $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$ ne réagissent pas. Comment les nomme-t-on ?

Cl^{-} est un ion spectateur

c/ Indiquer les réactifs de cette réaction.

$\text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq})$ et $\text{Mg}(\text{s})$

d/ Les produits de cette réaction sont les ions magnésium $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, le gaz (formule à déterminer) et l'eau. Écrire et ajuster l'équation de la réaction.



e/ Donner la formule du gaz formé. Quel est son nom ?

$\text{H}_2 \Rightarrow$ dihydrogène

f/ Calculer la quantité de matière correspondant au ruban de magnésium n_{Mg} .

Donnée : masse molaire du magnésium : $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

$$n_{\text{Mg}} = \frac{m_{\text{Mg}}}{M_{\text{Mg}}} = \frac{40 \times 10^{-3}}{24,3} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

g/ Cette quantité de matière est égale à la quantité de matière de gaz n_{H_2} dégagé. Que vaut-elle ?

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{Mg}} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

h/ En déduire le volume occupé par une mole de gaz produit.

$n(\text{mol})$	$V(\text{L})$
$n_{\text{H}_2} = 1,6 \times 10^{-3}$	$V = 35 \text{ mL} = 35 \times 10^{-3} \text{ L}$
$n_{\text{H}_2} = 1 \text{ mol}$	$V_{\text{H}} = ?$

$$V_{\text{H}} = \frac{35 \times 10^{-3}}{1,6 \times 10^{-3}} = 21,9 \text{ L/mol}$$

1 mol de H_2 occupe 21,9 L donc $V_{\text{H}} = 21,9 \text{ L/mol}$

PROTOCOLE 2 : Production du gaz noté B

EXPERIENCE 2 : PRODUCTION D'UN GAZ NOTE B :

On fait réagir de l'hydrogénocarbonate de sodium $\text{NaHCO}_{3(s)}$ avec une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$)

Mise en place de l'expérience :

1/ Protocole de l'expérience 2 :

- Enlever l'agitateur magnétique (inutile pour cette expérience)
- Introduire $m = 0,60 \text{ g}$ d'hydrogénocarbonate de sodium dans l'erlenmeyer de 50 mL.
- Ajouter 10,0 mL de solution d'acide chlorhydrique à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ (il y a donc 0,10 mol dans 1,0L de solution d'acide chlorhydrique) dans l'entonnoir tulipe, après l'avoir positionné sur l'erlenmeyer.
- Ouvrir le robinet et vider le contenu de l'entonnoir, refermer le robinet.
- Noter le volume de gaz dégagé : $V = \dots\dots\dots 26 \dots\dots\dots \text{ mL}$

2/ Mise en évidence du gaz :

- Décrire un protocole permettant de mettre en évidence que le gaz formé est bien du CO_2 .
- Après accord du professeur, réaliser cette expérience.

→ Même expérience que par H_2 sauf qu'il faut introduire rapidement l'eau de chaux et reboucher.

Question d'exploitation de l'expérience 2

1/ Ecrire et ajuster l'équation de la réaction.

Données :

- lors de la réaction, l'hydrogénocarbonate de sodium $\text{NaHCO}_{3(s)}$ se dissocie en ions $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$
- les ions $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ et $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ne réagissent pas.
- Les produits de cette réaction sont le gaz (formule à déterminer) et l'eau.

2/ Donner la formule du gaz formé. Quel est son nom ?

$\text{CO}_2 \Rightarrow$ dioxyde de Carbone

3/ Calculer la quantité de matière correspondant à l'acide chlorhydrique.

m	Volume de solution
0,10 mol $n_{H_3O^+}$	1,0 L = 1000 mL 10 mL

$$n_{H_3O^+} = \frac{0,10 \times 100}{1000} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

on a introduit $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ d'acide

4/ Cette quantité de matière est égale à la quantité de matière de gaz n_{CO_2} dégagé. Que vaut-elle ?

$$n_{CO_2} = n_{Acide} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

5/ En déduire le volume occupé par une mole de ce gaz.

m	V
$1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 1 mol	$26 \times 10^{-3} \text{ L}$ V_M

$$V_M = \frac{26 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} = 26 \text{ L/mol}$$

1 mol de CO_2 occupe
26 L donc
 $V_M = 26 \text{ L/mol}$

CONCLUSION : VOLUME MOLAIRE ET LOI D'AVOGADRO-AMPERE :

1/a- Montrer que la loi d'Avogadro-Ampère est ici vérifiée approximativement pour les deux gaz étudiés. Donner une estimation du volume molaire expérimental des gaz $V_{M,exp}$, en $L \cdot mol^{-1}$.

Volume des groupes : voler gp 1
vder gp 2

Moyenne V_M (avec la calculatrice) =
Écart type (avec la calculatrice) =

Incertitude $U(V_M)$ =

La valeur du volume molaire est $V_M = \dots\dots\dots L/mol$; son incertitude est $U(V_M) = \dots\dots\dots L/mol$

b- La valeur théorique $V_{M,th}$ (à $25^\circ C$, 1atm) est $V_{M,th} = 24,5 L \cdot mol^{-1}$. Comparer la valeur théorique et la valeur expérimentale en calculant le z-score.

-Donner des sources d'incertitude et proposer des moyens pour améliorer la qualité des mesures effectuées.

c- Exprimer la quantité de matière d'un gaz n en fonction de son volume V et de son volume molaire V_M . (= trouver une relation mathématique qui lie V, n, V_M). Préciser l'unité et le nom de chaque grandeur.

qte de matière de gaz $\rightarrow n_{gaz} = \frac{V_{gaz}}{V_M}$

V_{gaz} ← Volume occupé par le gaz (L)
 V_M ← Volume molaire (L/mol)