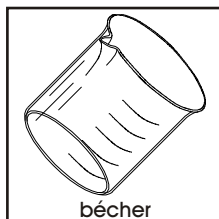


## BUTS

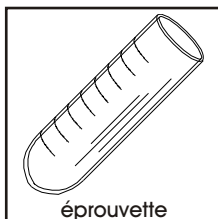
Etudier quantitativement la décomposition thermique de l'hydrogénocarbonate de sodium.

## MATERIEL

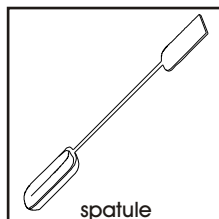
1 bécher de 100 ml, 1 éprouvette, 1 spatule, 1 pince en bois, 1 balance, 1 bec Bunsen, allumettes.



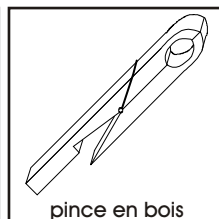
bécher



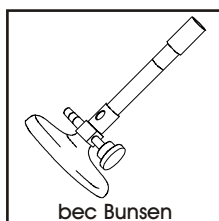
éprouvette



spatule



pince en bois



bec Bunsen

## REACTIFS

Hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ).

<b><math>\text{NaHCO}_3</math></b>	
état .....	solide
MM .....	84.01 g/mol
CH 5	récup S

## RECOMMANDATIONS

Ne pas chauffer violemment l'hydrogénocarbonate sur la flamme.

MANIPULATIONS  
ET DISCUSSION

1. Positionner une éprouvette dans un bécher.

Peser l'ensemble avec précision sur une balance et noter la masse ( $m_{\text{verrerie}}$ ) dans une table similaire à la table ci-contre.

Introduire environ 2 g d'hydrogénocarbonate de sodium  $\text{NaHCO}_3$  dans l'éprouvette; cette masse correspond à environ 2 spatules pleines.

Peser avec précision l'ensemble bécher+éprouvette et son contenu; noter cette masse ( $m_{\text{totale}}$ ) dans la table.

Pesée	Masse [g]
bécher+éprouvette	$m_{\text{verrerie}}$
bécher+éprouvette+ $\text{NaHCO}_3$	$m_{\text{totale}}$
$\text{NaHCO}_3$ en début d'expérience	$m_{\text{réactif}}$
bécher+éprouvette+résidu (2 min)	$m_{\text{intermédiaire 2'}}$
bécher+éprouvette+résidu (4 min)	$m_{\text{intermédiaire 4'}}$
bécher+éprouvette+résidu (6 min)	$m_{\text{intermédiaire 6'}}$
bécher+éprouvette+résidu (8 min)	$m_{\text{intermédiaire 8'}}$
bécher+éprouvette+résidu (fin)	$m_{\text{fin}}$
résidu en fin d'expérience	$m_{\text{résidu}}$

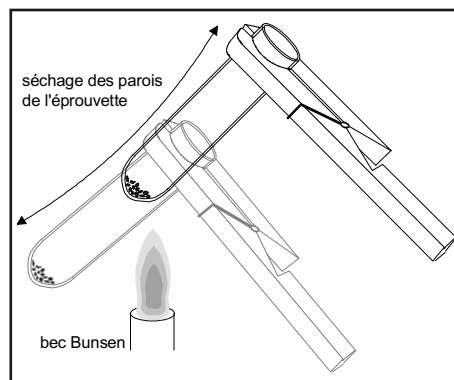
? 1. Déduire la masse exacte de l'hydrogénocarbonate de sodium ( $m_{\text{réactif}}$ ) introduite dans l'éprouvette.

2. Saisir l'éprouvette avec une pince en bois et chauffer **doucement** son contenu sur la flamme d'un bec Bunsen, en évitant toute surchauffe. Agiter constamment l'éprouvette en la maintenant inclinée sur la flamme. Observer le contenu et les parois de l'éprouvette et passer au point suivant.

3. A intervalles réguliers (après 2, 4, 6, 8 minutes), sécher l'intérieur de l'éprouvette à la chaleur de la flamme, en déplaçant la pince de bas en haut selon le schéma (**attention aux brûlures**).

Après séchage, peser avec précision l'éprouvette et son contenu dans le bécher. Noter cette masse ( $m_{\text{intermédiaire}}$ ) dans la table, puis reprendre le chauffage de la poudre.

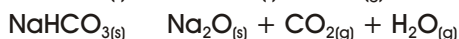
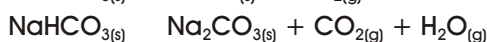
Cesser l'opération de chauffage lorsque la masse pesée (bécher + éprouvette + résidu) est constante et noter cette masse ( $m_{\text{fin}}$ ) dans la table.



? 2. Déduire la masse exacte de résidu solide dans l'éprouvette à l'issue de la réaction de décomposition thermique ( $m_{\text{résidu}}$ ).

? 3. Est-il possible d'identifier, en accord avec les observations, l'une ou l'autre des substances produites lors de la réaction de décomposition thermique?

? 4. Equilibrer les trois réactions proposées ci-dessous:



Parmi ces trois réactions, éliminer, en justifiant, celle qui ne semble pas appropriée à la décomposition thermique du  $\text{NaHCO}_3$ .

Les masses molaires des substances mentionnées dans les trois réactions précédentes sont indiquées dans la table ci-dessous:

Réaction (non équilibrée)	$\text{NaHCO}_{3(s)}$	$\text{NaOH}_{(s)}$	+	$\text{CO}_{2(g)}$		
MM [g/mol]	84.01	40.00		44.01		
Réaction (non équilibrée)	$\text{NaHCO}_{3(s)}$	$\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)}$	+	$\text{CO}_{2(g)}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
MM [g/mol]	84.01	105.99		44.01		18.02
Réaction (non équilibrée)	$\text{NaHCO}_{3(s)}$	$\text{Na}_2\text{O}_{(s)}$	+	$\text{CO}_{2(g)}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
MM [g/mol]	84.01	61.98		44.01		18.02

En formalisant les réactions de cette manière, il est possible de prédire avec précision les masses de substances produites lors d'une réaction.

Par exemple, si la première réaction a été retenue comme probable, on constate que 40 g de NaOH et 44.01 g de  $\text{CO}_2$  seraient produits lors de la décomposition thermique de 84.01 g de  $\text{NaHCO}_3$ .

- ? 5. En utilisant judicieusement les réactions équilibrées, les données de la table précédente et les masses de substances pesées avant ( $m_{\text{réactif}}$ ) et après décomposition thermique ( $m_{\text{résidu}}$ ), calculer la masse théorique de résidu solide qui serait obtenue pour les deux réactions n'ayant pas été éliminées à la question 4.
- ? 6. A l'aide des paramètres mesurés et calculés précédemment, indiquer la réaction qui correspond à l'expérience, en justifiant la réponse.

Pour les substances gazeuses, il existe une relation simple entre leur quantité, la température à laquelle elles sont soumises, leur pression et leur volume. Cette relation, mentionnée ci-dessous, est appelée la loi des gaz parfaits:

$$P V = n R T$$

P: pression du gaz [atm]

V: volume du gaz [L]

n: nombre de moles de gaz [mol]

R = constante des gaz parfaits ( $R = 8.205 \cdot 10^{-2}$  [L atm mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>])

T: température [K] (en degrés Kelvin;  $T$  [K] =  $T$  [°C] + 273.16)

Il découle de la loi des gaz parfaits que, dans les conditions normales de température et de pression (CNTP;  $T = 0$  °C,  $P = 1$  atm), 1 mole de gaz occupe un volume de 22.4 L précisément, quelle que soit la nature de ce gaz.

- ? 7. Calculer le volume à 0 °C et à 20 °C de dioxyde de carbone CO<sub>2(g)</sub> issu de la décomposition thermique de l'échantillon de NaHCO<sub>3</sub> utilisé lors de cette expérience.
- ? 8. L'hydrogénocarbonate de sodium, couramment appelé bicarbonate de soude, est un des constituants des levures chimiques utilisées en boulangerie-pâtisserie.  
Indiquer le rôle du NaHCO<sub>3</sub> dans la cuisson des gâteaux.

#### RECUPERATION ET NETTOYAGE

Récupérer le résidu solide dans le récipients de déchets S (substances solides). Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

## PREPARATION

Expérience individuelle.

## 1. Hydrogénocarbonate de sodium:

Utiliser le  $\text{NaHCO}_3$  (de préférence *puriss.*) tel quel.

## 2. Matériel nécessaire pour 1 étudiant:

1 bécher de 100 ml

1 éprouvette

1 support-éprouvettes

1 spatule

1 pince en bois

1 balance

1 bec Bunsen

allumettes

## 3. Durée de l'expérience:

Environ 30 min de manipulations.

## DISCUSSION

- ? 1. Déduire la masse exacte de l'hydrogénocarbonate de sodium ( $m_{\text{réactif}}$ ) introduite dans l'éprouvette.

$$m_{\text{réactif}} = m_{\text{totale}} - m_{\text{verrerie}}$$

Cette masse devrait être proche de 2 g.

- ? 2. Déduire la masse exacte de résidu solide dans l'éprouvette à l'issue de la réaction de décomposition thermique ( $m_{\text{résidu}}$ ).

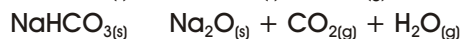
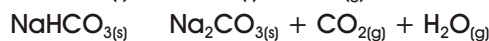
$$m_{\text{résidu}} = m_{\text{fin}} - m_{\text{verrerie}}$$

Pour 2 g de  $\text{NaHCO}_3$ , la masse de résidu est de 1.2 g, si la décomposition thermique a été effectuée correctement.

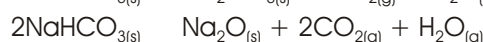
- ? 3. Est-il possible d'identifier, en accord avec les observations, l'une ou l'autre des substances produites lors de la réaction de décomposition thermique?

On observe un dégagement de vapeur d'eau, qui condense sur les parois de l'éprouvette. Il n'est en revanche pas possible d'identifier visuellement d'autres transformations.

- ? 4. Equilibrer les trois réactions proposées ci-dessous:

Parmi ces trois réactions, éliminer, en justifiant, celle qui ne semble pas appropriée à la décomposition thermique du  $\text{NaHCO}_3$ .

Les réactions équilibrées sont:



La première réaction peut être éliminée, puisqu'elle ne libère pas d'eau, contrairement aux observations.

- ? 5. En utilisant judicieusement les réactions équilibrées, les données de la table précédente et les masses de substances pesées avant ( $m_{\text{réactif}}$ ) et après décomposition thermique ( $m_{\text{résidu}}$ ), calculer la masse théorique de résidu solide qui serait obtenue pour les deux réactions n'ayant pas été éliminées à la question 4.

La première réaction a été éliminée. Les masses théoriques et expérimentales de substances pour les autres réactions sont mentionnées ci-dessous:

Réaction équilibrée	$2\text{NaHCO}_{3(s)}$	$\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)}$	+ $\text{CO}_{2(g)}$	+ $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
MM [g/mol]	84.01	105.99	44.01	18.02
masses [g]				
- expérimentale	2	1.2		
- théorique	2	1.26	0.52	0.21
Réaction équilibrée	$2\text{NaHCO}_{3(s)}$	$\text{Na}_2\text{O}_{(s)}$	+ $2\text{CO}_{2(g)}$	+ $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
MM [g/mol]	84.01	61.98	44.01	18.02
masses [g]				
- expérimentale	2	1.2		
- théorique	2	0.74	1.05	0.21

- ? 6. A l'aide des paramètres mesurés et calculés précédemment, indiquer la réaction qui correspond à l'expérience, en justifiant la réponse.

La dernière réaction doit être éliminée, puisque la masse théorique de résidu solide obtenue à partir de 2 g de  $\text{NaHCO}_3$  serait de 0.74 g.

En revanche, on constate pour la réaction  $2\text{NaHCO}_{3(s)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  que la masse théorique de résidu solide est quasiment égale à la masse déterminée expérimentalement.

C'est donc cette réaction qui a effectivement lieu lors de la décomposition thermique de l'hydrogencarbonate de sodium.

- ? 7. Calculer le volume à 0 °C et à 20 °C de dioxyde de carbone  $\text{CO}_{2(g)}$  issu de la décomposition thermique de l'échantillon de  $\text{NaHCO}_3$  utilisé lors de cette expérience.

D'après la table ci-dessus, on constate que 0.52 g de  $\text{CO}_2$  sont théoriquement produits lors de la décomposition de 2 g de  $\text{NaHCO}_3$ . Cette masse de dioxyde de carbone correspond à  $(0.52 \text{ g}) / (44.01 \text{ g/mol}) = 1.18 \cdot 10^{-2}$  moles de  $\text{CO}_2$ .

En conditions normales de température et de pression (0 °C, 1 atm), 1 mole de gaz correspond à 22.4 litres; ainsi,  $1.18 \cdot 10^{-2}$  moles de  $\text{CO}_2$  occupent un volume de  $(1.18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}) (22.4 \text{ L}) = 0.26 \text{ L}$ . Lors de la décomposition du  $\text{NaHCO}_3$ , 260 ml de  $\text{CO}_2$  sont donc libérés.

Si l'on désire calculer le volume de gaz libéré à température ambiante (20 °C = 293.16 K), il faut utiliser la loi des gaz parfaits:

$$V = n R T/P = (1.18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}) (8.205 \cdot 10^{-2} \text{ l atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (293.16 \text{ K}) / (1 \text{ atm}) = 0.28 \text{ L} = 280 \text{ ml de } \text{CO}_2 \text{ libéré.}$$

- ? 8. L'hydrogencarbonate de sodium, couramment appelé bicarbonate de soude, est un constituant des levures chimiques utilisées en boulangerie-pâtisserie. Indiquer le rôle du  $\text{NaHCO}_3$  dans la cuisson des gâteaux.

Lorsque la pâte est chauffée, le  $\text{NaHCO}_3$  contenu dans la poudre à lever se décompose en carbonate de sodium et libère du gaz carbonique qui fait monter la pâte.

Ce principe est aussi utilisé par certains restaurateurs lors de la préparation de la fondue au fromage, qui acquiert dans ce cas un aspect visuellement agréable et un volume important, tout en garantissant une meilleure digestion de la fondue.