



COMBUSTION DE LA PARAFFINE

Problématique : la paraffine est une substance composée d'hydrocarbures et avec laquelle sont fabriquées les bougies. Comment déterminer l'énergie fournie par une bougie à chaque fois qu'un gramme de paraffine est consommé ? Quelle masse de dioxyde de carbone est alors produite ?

I. POUVOIR CALORIFIQUE DE LA PARAFFINE

Les paraffines



Les paraffines sont des alcanes, c'est-à-dire des molécules d'hydrocarbures, linéaires et saturés. Pour un grand nombre de carbone, les paraffines sont solides et on parle alors de cires. Elles sont blanches, relativement transparentes et fondent à des températures comprises entre 40 °C et 70 °C. La paraffine étudiée ici a pour formule brute $C_{25}H_{52}$.

Données

- Chaleur latente de fusion de la paraffine : $L_{\text{fus}} = 1,42 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$;
- capacité calorifique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$;
- capacité calorifique de l'aluminium : $c_{\text{alu}} = 0,90 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$;
- masses molaires : $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Expression de l'énergie thermique emmagasinée dans un corps de masse m qui s'échauffe : $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Protocole

- peser la bougie ;
- peser le récipient métallique vide ;
- y introduire de l'eau en quantité suffisante pour remplir la moitié du récipient ;
- déterminer la valeur de la masse d'eau introduite ;
- fixer le système en hauteur à l'aide d'une potence et d'une pince ;
- y introduire la sonde d'un thermomètre numérique et consigner la valeur initiale de la température du système ;
- disposer la bougie sur le boy élévateur et surélever le tout pour placer la bougie sous le récipient métallique ;
- allumer la bougie et agiter l'eau régulièrement ;
- une fois la température élevée de plusieurs dizaines de degrés, souffler la bougie, noter la température maximale atteinte par le système ;
- peser la totalité du restant de la bougie à la fin de l'expérience.

Tableau de mesures

Masse initiale de la bougie	
Masse du récipient métallique	
Température initiale du système	
Masse de l'eau	
Masse finale de la bougie	
Température finale du système	



S'APPROPRIER interpréter la signification d'une grandeur physique

A B C D

1. Pour les trois données L_{fus} , c_{eau} et c_{alu} et en s'aidant des unités, faire une phrase en français qui explique la signification de ces grandeurs. **APPEL** 🙌.



RÉALISER établir des relations littérales

A B C D

2. Schématiser l'expérience.
3. Réaliser le protocole expérimental et consigner les valeurs dans le tableau fourni.
4. En s'aidant des données, **établir l'expression** de l'énergie $Q_{\text{récipient}}$ acquise par le récipient métallique lors de la combustion de la bougie.
5. Même consigne pour l'eau.
6. En s'aidant des données, **établir l'expression** de l'énergie E_{fusion} cédée par la paraffine lors de sa fusion.
7. Par conservation de l'énergie, montrer que l'énergie libérée par la combustion de la bougie vérifie l'égalité suivante :

$$E_{\text{combustion}} = |\Delta m|_{\text{bougie}} \cdot L_{\text{fus}} + m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T_{\text{eau}} + m_{\text{alu}} \cdot c_{\text{alu}} \cdot \Delta T_{\text{alu}}$$

VALIDER*interpréter les résultats, faire preuve d'esprit critique***A B C D**

- 8.** Exploiter les résultats expérimentaux pour déterminer, en $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$, le pouvoir calorifique P_c de la paraffine étudiée.
- 9.** Les valeurs de référence sont généralement comprises entre 20 à 40 $\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$. Lister les aspects expérimentaux par lesquels un éventuel écart pourrait être expliqué.
- 10.** À l'aide de la valeur obtenue lors de votre expérience, déterminer de quelle hauteur l'énergie fournie par la combustion d'un gramme de paraffine permettrait d'élever une voiture de type Twingo, dont la masse est voisine de 1 t.

II. COMBUSTION ET ÉMISSION DE DIOXYDE DE CARBONE

- 11.** Établir l'équation de la combustion complète de la paraffine.
- 12.** En déduire la masse de dioxyde de carbone produite lors de la combustion de chaque gramme de paraffine.

Éléments de correction.

1. c_{eau} désigne l'énergie qu'il faut fournir à chaque gramme d'eau à chaque fois que la température doit s'élever d'un degré Celsius.

c_{alu} est l'énergie qu'il faut fournir à chaque gramme d'aluminium à chaque fois que la température s'élève d'un degré Celsius.

L_{fus} est l'énergie qu'il faut fournir à chaque gramme de paraffine pour qu'il passe de l'état solide à l'état liquide.

$$4. Q_{\text{alu}} = m_{\text{alu}} \cdot c_{\text{alu}} \cdot \Delta T_{\text{alu}}$$

$$5. Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T_{\text{eau}}$$

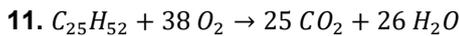
$$6. Q_{\text{fusion}} = |\Delta m_{\text{bougie}}| \cdot L_{\text{fus}}$$

7. Toute l'énergie libérée lors de la combustion a permis de :

- faire fondre la bougie
- faire chauffer l'eau
- faire chauffer l'aluminium

10. D'après l'expression du travail du poids : $W = m \cdot g \cdot h$,

$h = \frac{Q}{mg} = \frac{30 \text{ kJ}}{1\,000 \text{ kg} \times 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \frac{30\,000 \text{ J}}{10\,000 \text{ N}} = 3 \text{ m}$. Chaque gramme de paraffine libère en brûlant une énergie capable de soulever une Twingo de 3 m de haut.



12. Par stœchiométrie,

$$\frac{n_{\text{CO}_2}}{25} = \frac{n_{\text{paraffine}}}{1} \text{ donc } n_{\text{CO}_2} = 25 \times n_{\text{paraffine}}, \text{ soit en termes de masse,}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 25 \times m_{\text{paraffine}} \times \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_{\text{paraffine}}} = 25 \times m_{\text{CO}_2} \times \frac{44}{352} = \frac{25}{8} \times m_{\text{paraffine}} = 3,125 \times m_{\text{paraffine}}.$$

Chaque gramme de paraffine brûlée libère 3,125 g de dioxyde de carbone.