

DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE DU POUVOIR CALORIFIQUE D'UNE BOUGIE

Objectifs bac : Pratiquer une démarche expérimentale pour :

- mesurer une masse et une température
- Calculer le pouvoir calorifique à l'aide du principe de conservation de l'énergie

Contexte du sujet :

Lors de cette séance de TP, on se propose de chauffer de l'eau à l'aide de la flamme d'une bougie. A partir de cette simple expérience, nous allons voir qu'il est possible de déterminer le pouvoir calorifique de la paraffine de la bougie.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document n°1 :** Constitution d'une bougie

Il est possible de fabriquer une bougie à partir de la cire d'abeille. Les bougies du commerce sont fabriquées à partir de paraffine une substance dérivant du pétrole.

Document n°2 : Notion de pouvoir calorifique

C'est la quantité d'énergie thermique libérée par la combustion de 1 kg de combustible.

On le note PC

Son unité est en J.kg^{-1}

Le pouvoir calorifique de la paraffine est $\text{PC}_{\text{th}} = 46.10^6 \text{ J.kg}^{-1}$

Document n°3 : Expérience à réaliser

L'eau à chauffer est placée dans une cannette de soda.

La cannette est suspendue

La bougie est fixée sur un support et placée sous la cannette.

Un thermomètre permet une mesure de la température.

➤ L'énergie thermique reçue par l'eau est donnée par la relation :

$$J \longrightarrow Q_1 = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$$

\uparrow \uparrow \uparrow
 kg $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ °C^{-1}

c_{eau} : Capacité thermique massique de l'eau = Energie reçue par 1 kg d'eau pour que sa température augmente de 1°C.

Pour l'eau : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$; masse volumique de l'eau : $\mu_{\text{eau}} = 1000 \text{ g/L}$

θ_f : Température finale de l'eau ; θ_i : Température initiale de l'eau



➤ L'énergie thermique reçue par la cannette de soda (notre calorimètre) est donnée par la relation :

$$J \longrightarrow Q_2 = m_{\text{calo}} \times c_{\text{calo}} \times (\theta_f - \theta_i)$$

\uparrow \uparrow \uparrow
 kg $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ °C

Avec $c_{\text{calo}} = 897 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

➤ L'énergie thermique fournie par la bougie est donnée par la relation :

$$J \longrightarrow Q_3 = m_b \times \text{PC}$$

\uparrow \uparrow
 kg J.kg^{-1}

m_b est la masse de bougie brûlée.

PC est le pouvoir calorifique de la paraffine.

Document n°4 : Matériel mis à disposition

- une cannette de soda jouant le rôle de calorimètre, une éprouvette graduée de 50 mL, une pissette d'eau distillée, une bougie, des allumettes, une boîte de pétrie, un thermomètre, potence avec pince, une balance au centième, une cuve en inox

Document n°5 : Loi de conservation de l'énergie

On suppose que l'ensemble « calorimètre et bougie » forme un système isolé.

D'après le principe de conservation de l'énergie, on a : $Q_1 + Q_2 = Q_3$





TRAVAIL A EFFECTUER

1. Mise en œuvre du protocole (15 min conseillées) (Compétence : Réaliser)

- Réaliser le montage.
- Déterminer la masse de la cannette et noter sa masse
- Peser la bougie avant le début de l'expérience et noter sa masse
- Verser $V = 50$ mL d'eau dans la cannette, Attendre l'équilibre thermique et mesurer la température initiale de l'eau
- Chauffer l'eau à l'aide de la bougie pendant 2 min.
- Homogénéiser l'eau, mesurer alors la température et éteindre rapidement la bougie et mesurer sa masse.

2. Exploitation des résultats obtenus (20 min conseillées) (Compétence : Valider)

- Calculer Q_1
- Calculer Q_2
- En déduire Q_3
- En déduire PC_{exp} .
- Calculer l'écart relatif. Conclure.

Compétences évaluées	Indicateurs de réussite	Niveau expert A 	Bonne maîtrise B 	Maîtrise fragile C 	Pas de maîtrise D 
✧Analyser un problème et concevoir un protocole✧ ✧Rechercher, extraire et exploiter l'information utile✧					
Réaliser	Je sais suivre un protocole pour déterminer un pouvoir calorifique				
	Niveau obtenu				
Valider	Je sais effectuer des calculs à partir d'une formule				
	Je sais utiliser des formules				
	Niveau obtenu				
Com/Auto (0)	Je sais soigner ma rédaction et utiliser le vocabulaire scientifique				
	Je sais produire un compte rendu d'expériences				
	Je sais travailler en équipe				
	Je sais faire preuve d'initiative				
	Niveau obtenu				
	Note globale			/ 20	

DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

Attention : Va surement falloir déterminer la capacité thermique massique de la canette de soda.

Attention : prendre les bougies cylindriques et non les petites bougies de méditation

$$\theta_i = 23,7^\circ\text{C} ; \theta_f = 40,4^\circ\text{C} ; m_{\text{calo}} = 14,08\text{g} ; m_{\text{bi}} = 12,19\text{g} \text{ et } m_{\text{bf}} = 12,06\text{g}$$

-Calculer l'énergie reçue par l'eau.

$$E_e = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i) = 1 \times 0,050 \times 4180 \times (40,4 - 23,7) = 3490 \text{ J}$$

-Calculer l'énergie reçue par la canette

$$E_t = Q_2 = m_{\text{calo}} \times c_{\text{calo}} \times (\theta_f - \theta_i) = 14,08 \cdot 10^{-3} \times 897 \times (40,4 - 23,7) = 210,9 \text{ J}$$

-Calculer l'énergie fournie par la bougie.

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 3700 \text{ J}$$

$$\text{D'où } PC_{\text{exp}} = \frac{Q_a}{m_b} = \frac{3700}{(12,19 - 12,09) \cdot 10^{-3}} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 37 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\text{D'où } \eta = \frac{46 - 37}{46} \times 100 = 19,5\% < 10\%$$

On a des pertes par effets thermiques

PROFESSEUR		DATE DU TP	DATE DE DEPOT	PREPARATEUR
JOUR DU TP	SALLE		HORAIRE	
TP : Mesure du pouvoir calorifique				
BAC ELEVE (Nombre de binômes :)				
Une cannette de soda de 33 cL				1
Une petite bougie cylindrique avec support				1
Une boîte d'allumettes				1
Un thermomètre				1
Une éprouvette graduée de 50 mL				1
Une potence avec une pince				1
Chronomètre				1
Une cuve en inox				