Spé 1ere AE : **Évaluer l'énergie molaire de combustion d'une bougie. Pouvoir Calorifique**

Lors de la combustion d'une bougie, de l'énergie est libérée sous forme de transfert thermique.

Comment évaluer l'énergie libérée (par kg) ou pouvoir calorifique d'un combustible ?

Document 1 : Qu'est ce qu'une bougie ?

À première vue, les bougies sont toutes semblables mais en fait elles sont toutes différentes par leur composition chimique qui les départage en plusieurs catégories : animale (abeille) ; minérale (paraffine tirée du pétrole) ; végétale (huile d'olive, de coton, de lin, de palme, de coco…).
La plupart des bougies actuelles sont fabriquées avec de la paraffine solide (distillat du pétrole) et **majoritairemen**t de la stéarine ou acide stéarique (extrait de graisse animale et végétale). pour simplifier l'étude, nous considèrerons que la bougie est constituée à 100% d'acide stéarique.

Document 2 : De quoi est constituée une canette alimentaire ?

Une canette alimentaire est une boîte métallique en aluminium ou fer-blanc. Seule le fer blanc a des propriétés magnétiques.

Document 3 : La capacité thermique massique d'un corps est l'énergie à fournir pour élever la température, de 1 kg de ce corps, de 1°C :

Espèces chimiques	C (en $J.kg^{-1}.°C^{-1}$)
Eau	$4{,}18.10^3$
Fer	$0{,}47.10^3$
Aluminium	$0{,}89.10^3$

Document 4 : Le pouvoir calorifique (PC) d'un combustible est l'énergie libérée lors de la combustion d'1kg de combustible :

Matériau	PC (en $kJ.kg^{-1}$)
Paraffine pour combustion	$4{,}6.10^4$
Acide stéarique	$4{,}0.10^4$
Huile de palme	$3{,}6.10^4$

Document 5 : L'énergie thermique échangée entre un corps chaud et un corps froid

L'énergie thermique échangée par un corps pur de masse m qui passe d'une température initiale θ_i à une température finale θ_f **<u>sans changer d'état physique</u>** est proportionnelle à la masse et à la différence de température. Cela se traduit par la relation :

$$Q = m \times C \times (\theta_f - \theta_i)$$

- Q est l'énergie thermique échangée en Joule.
- C est la capacité calorifique massique du corps pur en $J.kg^{-1}.°C^{-1}$

Lorsqu'on met en contact un corps chaud et un corps froid et que le système est isolé thermiquement de l'extérieur, il se produit un transfert d'énergie thermique.
Le corps chaud cède de l'énergie au corps froid jusqu'à ce que les deux corps soient à la même température appelée température d'équilibre. Le corps chaud perd de l'énergie donc $Q_{corps\text{-}chaud} < 0$ et le corps froid gagne cette énergie donc $Q_{corps\text{-}froid} = - Q_{corps\text{-}chaud} > 0$

Document 6 : Le dispositif expérimental et la liste du matériel à disposition

Matériel à disposition :

- le dispositif ci-contre comprenant :
  - un support avec noix de serrage,
  - une canette de boisson,
  - une bougie chauffe-plat,
  - un thermomètre
- des allumettes
- une balance
- une éprouvette graduée de 250 mL
- une fiole jaugée de 250,0 mL
- un bécher de 250 mL
- de l'eau distillée
- un aimant

Document 7 : Protocoles possibles pour la réalisation de l'expérience		
Protocole a	Protocole b	Protocole c
Mesurer la masse m_1 d'environ 250 mL d'eau contenue dans un bécher. Introduire cette eau dans une canette. Mesurer la masse m_2 de la canette pleine. Fixer la canette avec le support et introduire le thermomètre en vérifiant bien que le bout soit immergé sans pour autant toucher le fond de la canette. Relever la température initiale θ_i. Mesurer la masse de la bougie m_i. Disposer la bougie sous la canette. Allumer la bougie. Ajuster la hauteur de la canette (pour que le maximum d'énergie libérée par la combustion de la bougie soit transmise à la canette contenant l'eau) . Chauffer jusqu'à augmentation de la température d'une cinquantaine de degrés. Mesurer la masse finale de la bougie m_f.	Mesurer la masse de la canette vide m_1. Verser environ 250 mL d'eau mesurée à l'éprouvette graduée. Mesurer la masse de la canette pleine m_2. Fixer la canette avec le support et introduire le thermomètre en vérifiant bien que le bout soit immergé sans pour autant toucher le fond de la canette. Relever la température initiale θ_i. Mesurer la masse de la bougie m_i. Disposer la bougie sous la canette. Allumer la bougie. Ajuster la hauteur de la canette pour que le maximum d'énergie libérée par la combustion de la bougie soit transmise à la canette contenant l'eau. Chauffer jusqu'à augmentation de la température d'une dizaine de degrés. Mesurer la masse finale de la bougie m_f.	Mesurer la masse de la canette vide m_1. Verser 250,0 mL d'eau mesurée à la fiole jaugée. Mesurer la masse de la canette pleine m_2. Fixer la canette avec le support et introduire le thermomètre en vérifiant bien que le bout soit immergé sans pour autant toucher le fond de la canette. Relever la température initiale θ_i. Disposer la bougie sous la canette. Allumer la bougie. Ajuster la hauteur de la canette pour que le maximum d'énergie libérée par la combustion de la bougie soit transmise à la canette contenant l'eau. Chauffer jusqu'à augmentation de la température d'une dizaine de degrés. Mesurer la masse de la bougie m_i. Attendre que la paraffine se solidifie. Mesurer à nouveau la masse de la bougie m_f.

Travail à effectuer

1. **<u>Choix du protocole</u>**
   a) À l'aide des documents fournis, choisir le bon protocole en indiquant les incohérences des autres protocoles.
   b) En déduire pourquoi le protocole choisi permet d'évaluer l'énergie de combustion d'une bougie. Quelle hypothèse est à la base de l'expérience ?

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole

2. **<u>Réalisation du protocole</u>**

En utilisant le dispositif mis en place et le matériel supplémentaire adéquat, réaliser l'expérience en prenant soin de bien remplir le tableau de la fiche réponse.

Masses (……)				Températures (……)	
m_1	m_2	m_i	m_f	θ_i	θ_f

3. **<u>Exploitation des mesures</u>**
   a) Calculer l'énergie Q_1 reçue par l'eau.
   b) Calculer de même l'énergie Q_2 reçue par la canette.
   c) En déduire l'énergie Q cédée par la combustion de la bougie en expliquant votre raisonnement.
   d) En déduire le pouvoir calorifique PC du combustible constituant la bougie.
   e) Evaluer l'incertitude type A statistique avec les 12 valeurs du PC obtenues dans la classe.
      - Utiliser le logiciel GUM2020 (démarrer/programmes réseaux/physique) :
        - choisir le niveau première,
        - cliquer sur l'onglet incertitude type A,
        - nommer la grandeur et son unité (à droite),
        - saisir les valeurs (dans mesures),
        - noter l'incertitude type u(PC) affichée et écrire le résultat de la mesure.
      - Utiliser le logiciel pour comparer à la valeur théorique de référence donnée dans les documents.
      - La valeur théorique est-elle comprise dans l'intervalle +-3u ?
      - Conclure sur la validité du protocole utilisé.
      - Proposer des solutions qui permettraient de diminuer cet écart.