|  |
| --- |
| *Physique - Chimie – 1èreSTL-1èreSTI2D Thème : Habitat* |
| **TP - Quel combustible dégage le plus d’énergie : méthane ou butane ?** |

***Notions et contenus****: Pouvoir calorifique d'un combustible.*

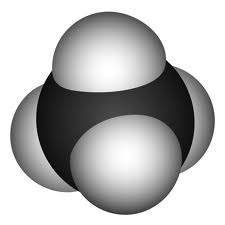
***Compétences attendues****: - Montrer expérimentalement que, lors d'une combustion, le système transfère de l'énergie au milieu extérieur sous forme thermique et estimer la valeur de cette énergie libérée.*

*- Comparer les pouvoirs calorifiques des différents combustibles au service de l'habitat.*

*Distribuer le document suivant aux élèves*

**Situation problème**

Pour se faire chauffer de l’eau pour le thé, faut-il une masse plus élevée de



 ou ?

🖉 Quelle stratégie proposez-vous de mettre en place pour répondre à la question ?

*Les élèves recherchent une expérience à mettre en place pour répondre à la question.*

Il faut déterminer la quantité d’énergie dégagée lors de la combustion du butane et celle dégagée par la combustion du méthane pour faire chauffer le même volume (la même masse) d’eau.

*Questions d’aide en cas de besoin :*

Sait-on mesurer la quantité de chaleur fournie ? Non

A quelle grandeur physique facilement mesurable la chaleur est-elle liée ? A la température.

Comment va-t-on savoir que la quantité de chaleur fournie par la combustion des combustibles (butane ou gaz naturel) a eu le même effet ? Si cela a produit la même élévation de température donc il va falloir repérer les températures.

*Propositions d’élèves :*

* *Faire bouillir de l’eau et regarder quelle masse de gaz a été la plus consommée. Ok : attention, impossible avec les thermomètres dont on dispose car la température ne va que jusqu’à 35°C (thermomètres précis).*
* *Ils fixent la même masse de butane et de méthane ; ils veulent faire bouillir de l’eau : ils regardent quel combustible permettra de faire bouillir l’eau en le moins de temps possible. Problème : il faudrait pouvoir contrôler le débit de gaz (mesures préalables compliquées) et cela n’est pas dans l’esprit de la question « quelle masse … » qui indique que la masse doit être différente.*

- On mesure la température initiale de l’eau et la température finale de l’eau pour connaitre l’élévation de température.

- On choisit un même volume d’eau à chauffer (100 mL) avec du méthane et avec du butane

- On l’introduit dans un récipient.

- On chauffe le récipient grâce à la chaleur dégagée par la combustion du butane puis du méthane.

- On mesure la masse de butane et de méthane qui a été nécessaire à la même élévation de température.

*Remarques : - il faudra essayer de limiter le plus possible les pertes de chaleur.*

*- il faudra aussi tenir compte du fait que la chaleur a aussi été fournie en partie à la cannette.*

Distribuer un bac contenant du matériel (matériel utilisé et matériel superflus)

Les élèves choisissent le matériel et dressent la liste exacte retenue ; ils mettent en place leur manipulation.

Remarque : vu le matériel disponible, seule la combustion du butane est possible pour l’instant.

**Ce qui est attendu dans le compte-rendu**

***Liste du matériel***

* Canette
* Eprouvette graduée
* Eau froide
* Potence, noix, pinces
* Thermomètre
* Briquet contenant du butane
* Papier d’aluminium pour isoler

***Protocole***

* Mesurer un volume de 100 mL d’eau et les introduire dans la canette
* Fixer la canette sur la potence
* Fixer le thermomètre de manière à ce qu’il plonge dans l’eau
* Peser le briquet avant la combustion : m briquet avant  = *17,44* g
* Relever la température initiale de l’eau : θi = *11°C*
* Faire chauffer l’eau jusqu’à ce que la température finale soit de θf = *31°C*

*Pas vraiment utile de bloquer le briquet avec du scotch, ni de le tenir avec une pince.*

* Peser le briquet après la combustion : m briquet après = 17,18 g
* Refaire pareil avec le méthane.

***Exploitation des résultats***

Butane

• m initiale (briquet) = 17,44 g ; m finale (briquet) = 17,18 g

m butane consommé = m finale (briquet) - m initiale = 0,26 g

• Température initiale : θi = 11 °C ; Température finale : θf = 31 °C

Pour élever de 20°C les 100g d’eau nécessaires à la préparation du thé, il a fallu 0,26 g de butane.

Méthane

**Problème : on n’a pas de méthane.**

✂ ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***A distribuer***

**Donnée**. Pouvoir calorifique du méthane : PC(CH4) = 50,1×106 J.kg-1.

*En s’aidant de l’unité, les élèves tentent d’expliquer à quoi peut correspondre le pouvoir calorifique.*

J : joule, unité d’énergie ; kg : kilogramme.

Le pouvoir calorifique du méthane indique que 1 kg de méthane libère 50,1×106 J.

1 kg de méthane libère 50,1×106 J

*m* kg de méthane libère Q libérée combustion, l’énergie nécessaire pour élever de 20°C les 100g d’eau.

On cherche m, la masse de méthane nécessaire pour libérer la même énergie que le butane (énergie nécessaire pour élever de 20°C les 100g d’eau).

Pour cela il faut connaître Qlibérée combustion, l’énergie nécessaire pour élever de 20°C les 100g d’eau ; il faut une donnée supplémentaire qui permette de relier l’énergie libérée lors d’une combustion et l’élévation de température.

✂ ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*A distribuer*

**1.1.** A quoi sert chaleur dégagée par la combustion du butane ?

Cela chauffe l’eau, la cannette et l’air environnant.

**1.2.** Justifier que l’on puisse écrire : Q libérée combustion du butane = Q reçue par canette + Q reçue par eau

La chaleur libérée par la combustion du butane est reçue par l’eau et la canette ; vu la relation la chaleur cédée à l’air environnant est négligée.

**2.** La capacité thermique massique de l’eau est c eau = 4,18 J.g-1.°C-1.

**2.1.** Quelle est la signification de cette grandeur physique ?

Cette donnée signifie qu’il faut fournir 4,18 J pour élever de 1°C une masse de 1g d’eau.

**2.2.** Quelle est l’énergie thermique Q reçue par eau reçue par l’eau introduite dans la canette ?

La masse de 1L d’eau est de 1 kg.

Dans la canette il y a 100 mL d’eau et l’élévation de température est Δθ = 20 °C

Pour 1 g d’eau et une élévation de 1°C, il faut que l’eau fournir 4,18 J

Pour 100 g d’eau et une élévation de 1°C, il faut que l’eau fournir 418 J

Pour 100 g d’eau et une élévation de Δθ = 20 °C, l’eau doit recevoir Q reçue par eau = 4,18 × 100 × 20 = 8360 J

**3.** Quelle est l’énergie thermique Q reçue par canette reçue par la canette en aluminium ?

*Donnée. Capacité thermique massique de l’aluminium : cAl = 0,90 J.g-1.°C-1.*

Pour 1 g d’aluminium et une élévation de 1°C, il faut fournir 0,90 J

Il faut connaître la masse de la canette vide :

meau = 100 g

mcanette + meau = 112 g

Donc mcanette = 12 g

Pour 12 g d’aluminium et une élévation de 1°C, il faut fournir 0,90 × 12 = 10,8 J

Pour 12 g d’aluminium et une élévation de Δθ = 20°C, il faut fournir Q reçue par canette = 0,90 × 12 × 20 = 216 J

**4.** Quelle est l’énergie thermique Q libérée combustion du butane cédée par la combustion du butane ?

Chaleur libérée par la combustion de 0,26 g butane :

Q libérée combustion du butane = Q reçue par eau + Q reçue par canette = 8576 J

**5.** Répondre à la question posée.

Pour élever de 20°C les 100g d’eau contenue dans la canette, il a fallu 0,26 g de butane qui ont libéré lors de la combustion 8576 J.

On cherche m, la masse de méthane nécessaire pour libérer cette même énergie.

1 kg de méthane libère 50,1×106 J

*m* kg de méthane libère 8576 J

m = (1000×8576) / (50,1×106) = 0,17 g

***Conclusion***

Pour élever de 20°C les 100g d’eau contenue dans la canette, il faut :

* Soit 0,26 g de butane
* Soit 0,17 g de méthane

Pour faire chauffer l’eau du thé, il faudra donc une masse plus élevée de butane que de méthane.

**Variante** *(non testée car les élèves avaient déjà des difficultés pour traiter les questions précédentes)*

Donner uniquement les capacités thermiques massiques.

**Prolongement**

**1.** Dans la pratique, quelle grandeur faut-il connaître pour savoir quel combustible dégage le plus d’énergie ?

Pouvoir calorifique.

**2.a.** En utilisant les mesures précédentes, déterminer cette grandeur physique dans le cas du butane.

Il correspond à la chaleur libérée par 1kg de butane.

Pouvoir calorifique du butane : 8576 × 1000 / 0,26 = 33×106 J.kg-1.

**2.b.** Dans les tables, cette valeur est de 45×106 J.kg-1. Est-ce en accord avec le résultat expérimental ? Expliquer.

***Ce qu’il faut retenir :***

Le pouvoir calorifique d’un combustible (PC) est l’énergie que peut fournir la combustion complète **d’un kilogramme** de ce combustible ; il s’exprime en J.kg-1.

*Exemples* : PC(méthane) = 50,1 × 106 J.kg-1 PC (butane) = 45,6 × 106 J.kg-1

|  |
| --- |
| *Physique - Chimie – 1èreSTL-1èreSTI2D Thème : Habitat* |
| **TP – Quel combustible dégage le plus d’énergie : méthane ou butane ?** |

**Bureau :**

* 6 rouleaux de scotch
* 2 balances de précision

**Sur chariot, pour 12 groupes, à préparer dans des bacs :**

* Balance (peser éventuellement eau)
* Eprouvette graduée de 100 mL
* Eprouvette graduée de 250 mL
* Potence
* Noix + Pince à 4 doigts
* Petite canette de Coca
* Noix + tige (support du thermomètre)
* Thermomètre de précision (à 0,1 °C)
* Noix + pince deux doigts
* Briquet
* Papier aluminium
* Protection pour limiter les pertes ( à voir …)