

1. 1. REACTION DE COMBUSTION

1.1. Equation bilan :

Une combustion est une transformation chimique impliquant un combustible et un comburant.
Le comburant est généralement le dioxygène de l'air.

Comme toutes les transformations chimiques une combustion peut être modélisée par une réaction chimique associée à une équation chimique

Lorsque le combustible est un alcane ou un alcool, les produits de la réaction sont l'eau et le dioxyde de carbone si la combustion est complète.

Lors d'une combustion incomplète il se forme de l'eau et du carbone ou du monoxyde de carbone ; on écrit alors une équation pour chaque espèce carbonée formée.

1. Ecrire l'équation de la combustion complète du méthane, du butane, de l'éthanol

1.2. ASPECT ENERGETIQUE D'UNE COMBUSTION

Une réaction de combustion est exothermique : le système chimique en combustion libère de l'énergie. L'énergie libérée par la combustion est transférée à l'environnement sous forme de chaleur ou énergie thermique (notée Q) et pour une petite partie sous forme de rayonnement si la combustion s'accompagne d'une flamme.

L'énergie de combustion est l'énergie qu'un combustible peut transférer à son environnement sous forme de chaleur Q.

On définit deux nouvelles grandeurs : l'énergie molaire de combustion et le pouvoir calorifique.

On appelle énergie molaire de combustion d'un combustible donné l'énergie libérée par la combustion complète d'une mole de ce combustible, elle s'exprime en J.mol^{-1}

Remarque : Les valeurs étant relativement importantes, on utilise souvent le kJ.mol^{-1}

Il est parfois plus intéressant pour comparer les combustibles de prendre comme référence la masse plutôt que la quantité de matière.

On appelle pouvoir calorifique d'un combustible, l'énergie libérée par la combustion complète d'un kilogramme de ce combustible.

On le note le plus souvent P ou PC, il s'exprime généralement en kJ.kg^{-1} .

Pour le quotidien, il est utile de connaître les valeurs d'énergies de combustion en J.L^{-1} puisque les réservoirs des cuves sont donnés en litre.

Il n'est cependant pas possible de comparer ces énergies entre gaz et liquides.

combustible	famille	formule	état physique	En. de combustion (10^3 kJ/kg)	En. de combustion (kJ/L)	En. de combustion (kJ/mol)
méthanol	alcool	CH_4O	liquide	19,9	15800	636
méthane	alcane	CH_4	gaz	50	33,3	800
éthanol	alcool	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	liquide	28,8	22000	1326
éthane	alcane	C_2H_6	gaz	47,7	59,9	1438
butane	alcane	C_4H_{10}	gaz	46,4	112	2691
butan-1-ol	alcool	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	liquide	33,1	26000	2447

2. Calorimétrie :

2.1. Chauffage d'un corps

L'énergie thermique transférée par une combustion permet le plus souvent d'élever la température d'un corps. La capacité calorifique massique d'un corps, notée C et exprimée en $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$, est une caractéristique qui permet de mesurer la "facilité" qu'il y a à le chauffer.

Capacité thermique :

$$Q = C.\Delta T.$$

C (en majuscule) est la capacité thermique d'un corps. Elle s'exprime en J.K^{-1} .

Capacité thermique massique :

Dans le cas d'un corps homogène, la quantité de chaleur qu'il faut lui fournir pour augmenter sa température de ΔT est proportionnelle à sa masse, ainsi qu'à l'écart de température :

$$Q = m.c.\Delta T$$

c (en minuscule) est la capacité thermique massique d'un corps. Elle s'exprime en $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

- **Chaleur latente L :**

- C'est la chaleur cédée ou fournie qui conduit à un changement d'état à la même température $t_{\text{changement}}$.
- Dans le cas de la fusion de la glace, c'est la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer l'unité de masse de glace à température constante ($t=0^\circ\text{C}$) de l'état solide à l'état liquide.
- L_f (J/kg) chaleur latente de fusion

- **Mesure des quantités de chaleur :**

- La mesure est toujours supposée faite dans un **calorimètre adiabatique**, c'est-à-dire **sans échange de chaleur** entre l'intérieur et l'extérieur. $\sum Q_i = 0$

avec $Q_i = m_i.c_i.\Delta T$ lorsque l'échange est dû à un changement de température

$Q_i = m_i.L$ lorsque l'échange est dû à un changement d'état.

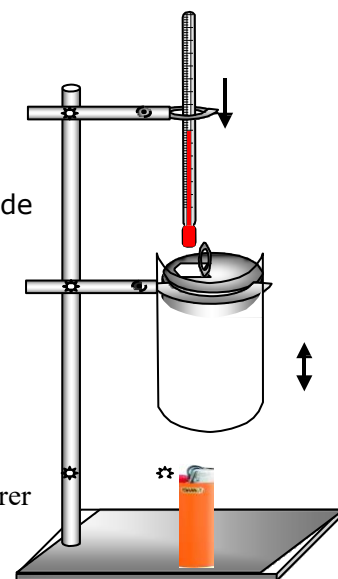
2.2. Pouvoir calorifique du butane :

Dans une canette en aluminium on verse environ 250 mL d'eau.

La canette est placée dans les mâchoires d'une pince maintenue par un support afin de pouvoir placer un briquet sous la canette.

Un thermomètre est plongé dans le liquide (à mi-hauteur) afin de pouvoir mesurer la température de l'eau.

1. A l'aide d'une balance, mesurer la masse de la canette : $m_{\text{alu}} = \dots\dots\text{g}$
2. Faire un schéma de l'installation.
3. A l'aide d'une balance, mesurer la masse initiale du briquet $m_i = \dots\dots\text{g}$
4. Mesurer la température ambiante ainsi que la température initiale du dispositif.
5. On souhaite augmenter la température du dispositif d'une dizaine de degré ainsi que mesurer le temps de chauffe.
6. Indiquer, en le justifiant le protocole expérimental.
7. Pourquoi ne faut-il pas que la température de l'eau augmente trop ?
8. Réaliser la manipulation. Relever le temps de chauffe ainsi que le temps de dégazage du briquet. Donner la température finale du dispositif.
9. Mesurer la masse finale du briquet.



10. Sous quelles formes l'énergie dégagée par le briquet est-elle transformée ? En déduire la chaîne énergétique de la manipulation.

On donne la capacité calorifique massique de l'aluminium : $C_{m(alu)} = 0,90 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

1. Calculer l'énergie thermique apportée à la canette.
2. Calculer l'énergie thermique apportée à l'eau.
3. En déduire l'énergie totale apportée au système.
4. En supposant que l'énergie dépensée lors de la combustion du butane est entièrement absorbée par le système, calculer le pouvoir énergétique du butane.
5. La valeur de l'énergie libérée par la combustion de 1kg de butane donnée par les tables est $p_e = 45,6 \text{ MJ.kg}^{-1}$, Comparer avec la valeur calculer dans la partie 4. Justifier l'éventuelle différence.

2.3. Pouvoir calorifique de l'éthanol :

Recommencer avec la lampe a éthanol à la plaie du briquet.

Comparer les deux résultats et conclure.

Liste du matériel :

Canette + potence + isolation

Eprouvette 250 mL

Balance

Thermometre

Briquet

Lampe à alcool