

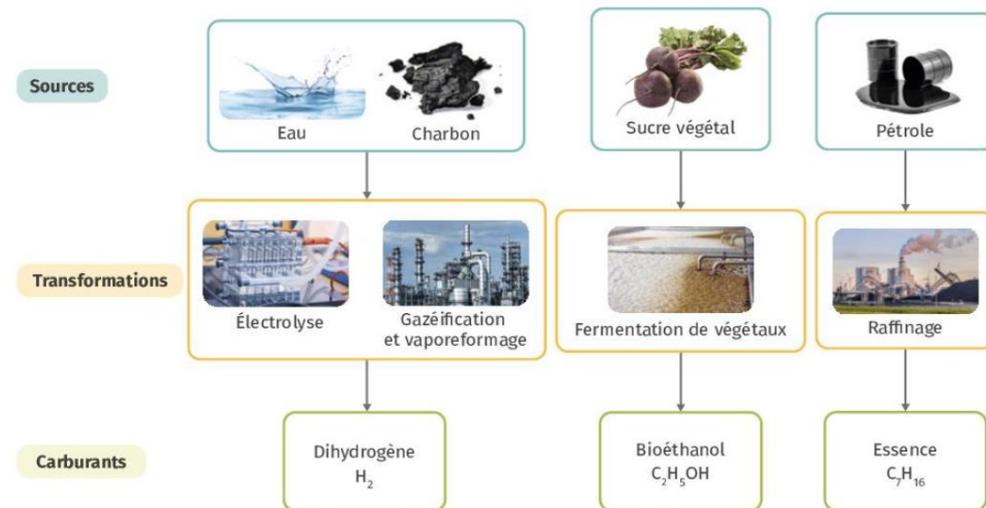
Thème 1 : Constitution et transformations de la matière.



Chapitre 10 : Conversion de l'énergie stockée dans la matière organique.

Combustibles organiques usuels.

- Citer des exemples de combustibles usuels.



Modélisation d'une combustion par une réaction d'oxydoréduction.

- Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.

Combustion d'un alcane :

La demi-équation est : $\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 8 \text{e}^-$

La demi-équation est : $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Le bilan est obtenu en additionnant les deux demi-équations afin qu'il y a le même nombre d'électrons échangés dans les deux demi-équations : $1 \cdot (1) + 2 \cdot (2)$

Le bilan : $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Combustion d'un alcool :

La demi-équation est : $\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{e}^-$

La demi-équation est : $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Le bilan est obtenu en additionnant les deux demi-équations afin qu'il y a le même nombre d'électrons échangés dans les deux demi-équations : $2 \cdot (1) + 3 \cdot (2)$

Le bilan : $2 \text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Thème 1 : Constitution et transformations de la matière.

Combustions et enjeux de société.

- Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés.

Consommation d'énergie primaire:

- ↳ Épuisement des ressources
- ↳ Pollution de l'air
- ↳ Émission de CO₂ -> Effet de serre

- Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.

Énergie molaire de réaction, pouvoir calorifique massique, énergie libérée lors d'une combustion.

Interprétation microscopique en phase gazeuse : modification des structures moléculaires, énergie de liaison.

- Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons.

Application

Calculer l'énergie libérée par 5 mol de propane (environ 200 mL de gaz). L'équation de la réaction de combustion complète du propane est : $C_3H_8(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$

Corrigé :

Calcul des énergies de dissociation, de formation et de réaction (doc. 5).

Énergie de dissociation : $E_d = 2 \times 347 + 8 \times 414 + 5 \times 502$

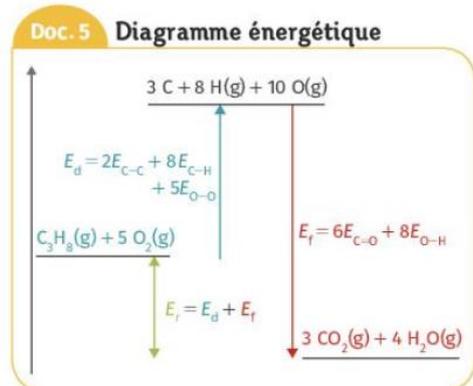
$E_d = 6516 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Énergie de formation : $E_f = 6 \times 795 + 8 \times 464 = 8482 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Énergie de réaction : $E_r = 6516 - 8482 = -1966 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Soit une énergie libérée : $E = n(C_3H_8) \cdot E_r = 5 \times (-1966) = -9830 \text{ kJ}$.

La combustion d'une cartouche de propane libère 9830 kJ sous forme de chaleur.



– Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible

31 Pouvoir calorifique massique



Une bonbonne de gaz butane pleine pèse 24,0 kg et 11,2 kg lorsqu'elle est vide. Elle alimente le chauffe-eau d'une caravane, permettant d'élever la température de l'eau de 45 °C. Cette bonbonne est vidée en quatre semaines avec une consommation quotidienne de 100 L d'eau chaude pour six vacanciers.

Données : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$; il faut fournir 4,18 kJ pour élever la température d'1 kg d'eau de 1,0 °C.

1. Déterminer la masse de butane m_{butane} contenue dans une bonbonne pleine.
2. Déterminer la masse d'eau m_{eau} chauffée quotidiennement, et en déduire l'énergie Q_{eau} nécessaire pour cette élévation de température.

3. Expliquer le lien entre l'énergie de combustion Q et l'énergie permettant de chauffer la masse d'eau Q_{eau} .
4. En déduire la valeur du pouvoir calorifique massique du butane.
5. Comparer avec la valeur indiquée dans les tables : $PC = 45,7 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

EXEMPLE DE RÉDACTION

1. On détermine la masse de butane en calculant la différence entre la masse pleine et la masse vide de la bonbonne :

$$m_{\text{butane}} = 24,0 - 11,2 \text{ soit } m_{\text{butane}} = 12,8 \text{ kg.}$$

2. On détermine la masse d'eau en prenant en compte la consommation quotidienne, le nombre de jours et la masse volumique de l'eau.

Le chauffe-eau produit donc $28 \times 100 = 2,80 \times 10^3 \text{ L}$ d'eau, soit une masse $m_{\text{eau}} = \rho_{\text{eau}} \cdot V$ soit $m_{\text{eau}} = 2,80 \times 10^3 \text{ kg}$.

Pour élever la température d'un kilogramme d'eau de 45 °C, il faut lui apporter une énergie $4,18 \times 45 = 188 \text{ kJ}$.

Ainsi $Q_{\text{eau}} = 2,80 \times 10^3 \times 188$ soit $Q_{\text{eau}} = 526 \text{ MJ}$.

3. Il faut considérer que l'énergie de combustion Q est transmise intégralement à l'eau sans perte thermique. Ainsi $Q = -Q_{\text{eau}} = -526 \text{ MJ}$.

4. $Q = -526 \text{ MJ}$ est l'énergie de combustion d'une masse $m = 12,8 \text{ kg}$, aussi le pouvoir calorifique massique est le quotient de l'énergie de combustion sur la masse :

$$PC = \frac{|Q|}{m} = \frac{526}{12,8} \text{ soit } PC = 41,1 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

5. La valeur trouvée est plus faible que celle indiquée dans les tables, ce qui est normal : la combustion et le transfert thermique ont été considérés sans perte énergétique, ce qui n'est pas le cas.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- ▶ La masse de la bonbonne est donnée pleine et vide de gaz.
- ▶ Le volume d'eau chauffé et l'énergie nécessaire pour élever la température de l'eau de 1 °C renseignent sur l'énergie produite lors de la combustion du butane.

LES QUESTIONS À LA LOUPE

- ▶ **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- ▶ **Expliquer** : donner une justification à une observation ou une affirmation.
- ▶ **Comparer** : mettre en regard deux résultats pour en identifier les différences ou les similitudes.

QUELQUES CONSEILS

3. La combustion du butane permet le chauffage de l'eau. On peut poser l'hypothèse d'un transfert thermique sans perte.
4. Attention, une énergie de combustion est négative tandis que le pouvoir calorifique massique est positif.