

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

I. Combustibles organiques usuels.

- Citer des exemples de combustibles usuels.

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

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

Ex 13 page 198

13 Des combustibles variés

✓ RAI/MOD : Écrire l'équation d'une transformation chimique



Les combustibles suivants peuvent réagir avec du dioxygène : kérosène $C_{10}H_{22}$, dihydrogène H_2 et méthanol CH_4O .

1. Écrire pour chaque combustible les demi-équations en milieu acide des couples oxydant/réducteur.

2. En déduire l'équation modélisant la réaction entre le combustible et le dioxygène dans chaque cas.

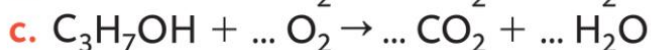
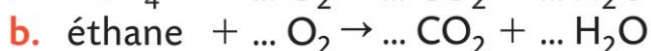
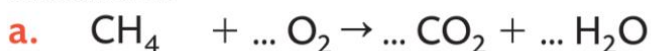
Données

Couples oxydant/réducteur :

- $O_2(g)/H_2O(l)$;
- $CO_2(g)/C_{10}H_{22}(aq)$;
- $CO_2(g)/CH_4O(aq)$;
- $H_2O(l)/H_2(g)$.

Ex B1 : Combustion (1)

- Recopier et compléter les équations de réaction suivantes.



Ex B2 : Combustion (2)

- 1 a. Rappeler la formule brute générale d'un alcane.
- b. Quel groupe est caractéristique d'un alcool ?
2. Identifier le réactif dont on donne l'équation de combustion complète et ajuster cette équation.
 - a. alcane + $14 \text{ O}_2 \rightarrow 9 \text{ CO}_2 + 10 \text{ H}_2\text{O}$
 - b. alcool + ... $\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$
 - c. alcool + ... $\text{O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 7 \text{ H}_2\text{O}$



III. Comment calculer l'énergie libérée lors d'une combustion ?

- Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons.
- Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible

1) Énergie de liaison.

Exercice 6 et 7 page 198.

6 Énergie de dissociation

- ♦ Calculer l'énergie de dissociation du méthane CH_4 .

Données

- | | |
|---|---|
| • $E_l(\text{C} - \text{C}) = 346 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; | • $E_l(\text{C} - \text{O}) = 358 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; |
| • $E_l(\text{C} - \text{H}) = 411 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; | • $E_l(\text{O} - \text{H}) = 459 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. |

7 Énergie de dissociation

1. Donner les différents types de liaisons contenues dans le propan-1-ol $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.
2. Calculer l'énergie de dissociation du propan-1-ol.

2) Énergie molaire de réaction

Molécule	Liaison A—B	D_{A-B} ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)
H_2	H—H	432
Cl_2	Cl—Cl	240
HCl	H—Cl	428
O_2	O=O	494
N_2	N≡N	940

Liaison A—B	D_{A-B} ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)
C—H	410
C—C	348
C=C	612
O—H	460
C=O (dans CO_2)	795

Exercice C1.

Calculer l'énergie molaire de la réaction de formation de l'eau : $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Calculer l'énergie molaire de la réaction de formation du monoxyde d'azote : $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$

3) Pouvoir calorifique massique

Exercice 9 et 10 page 198

9 Pouvoir calorifique

La combustion de 2,5 kg de bois de chêne libère 29600 kJ.

- Calculer le pouvoir calorifique du chêne.

10 Pouvoir calorifique

- Calculer l'énergie libérée par la combustion de 5,00 kg d'octane.

Donnée

- Le pouvoir calorifique de l'octane est de $48,1 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Exercice 16 page 199

16 Pouvoir calorifique de l'heptane

✓ RAI/MOD : Appliquer le principe de conservation de l'énergie

1. Calculer la quantité de matière contenue dans 2 kg d'heptane.
2. Calculer l'énergie libérée lors de cette combustion.
3. Calculer le pouvoir calorifique de l'heptane.

Données

- $E_f(\text{C}_7\text{H}_{16}) = -4\,817 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- $M(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 100,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

4) Énergie libérée lors d'une combustion.

Exercice 8 page 198

8 Énergie libérée

On brûle une bougie contenant 20 g d'acide stéarique.

1. Calculer la quantité de matière contenue dans cette bougie.
2. Calculer l'énergie libérée par la combustion de cette bougie.



Données

- Acide stéarique : $M(\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2) = 284,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- Énergie de réaction molaire : $E_r(\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2) = -10\,818 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Exercice 15 page 199

15 Choisir son bois

✓ VAL : Effectuer une analyse comparative

Chaque année, 5 % des Français se chauffent au bois. La commande de stères de bois est un moment important pour choisir le type de bois à utiliser.

1. Calculer l'énergie libérée par un stère de chaque bois.
2. Conclure sur le bois à choisir.



Données

- 1 stère = 1 m^3 ;
- $\rho_{\text{hêtre}} = 0,710 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$; • $\rho_{\text{bouleau}} = 0,650 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$;
- Pouvoir calorifique du bouleau : $18,1 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- Pouvoir calorifique du hêtre : $18,6 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

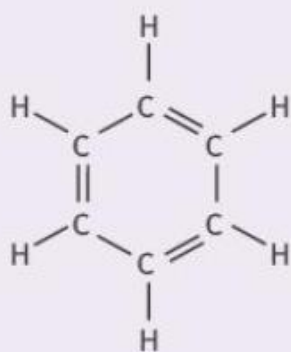
Exercice 18 page 199

18) Pouvoir calorifique du benzène

- ✓ RAI/MOD : Appliquer le principe de conservation de l'énergie
- ✓ RAI/ANA : Construire un raisonnement

Le benzène est un composé organique appartenant à la famille des aromatiques.

- Déterminer le pouvoir calorifique du benzène.



Données

- $M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_1(\text{C} - \text{C}) = 346 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_1(\text{C} - \text{H}) = 411 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_1(\text{C} = \text{C}) = 602 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Exercice 22 page 201

22) Le briquet à gaz

- ✓ RAI/MOD : Appliquer le principe de conservation de l'énergie

Le briquet à gaz est une invention du français Henry Pin-geot. Environ 9,0 mL de butane (C_4H_{10}) sont stockés dans

le briquet à l'état liquide et ce butane s'échappe du briquet à l'état gazeux avant de subir une combustion.



1. Nommer le changement d'état physique qui a lieu avant la combustion.
2. Calculer la quantité de matière de butane contenue dans le briquet.
3. Écrire l'équation de combustion complète du butane.
4. Calculer l'énergie maximale que peut libérer un briquet.

Données

- $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $\rho(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0,573 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$;
- $E_f = 11\,000 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_d = 8\,122 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

IV. Combustions et enjeux de société.

- Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés.
- Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.

Exercice D 1:



L'indice d'octane mesure la résistance d'une essence à « l'auto inflammation ».

On attribue l'indice 0 à l'heptane.

On attribue l'indice 100 au 2,2,4 -triméthylpentane.

1. Ecrire la formule semi développée de ces deux alcanes.
2. Ecrire et équilibrer l'équation bilan de la combustion complète du 2,2,4 -triméthylpentane.
3. Quelle masse de dioxyde de carbone obtient-on si on fait réagir 1,0 mole de cet hydrocarbure ?

Données : $M(C) = 12 \text{ g/mol.}$; $M(H) = 1 \text{ g/mol.}$; $M(O) = 16 \text{ g/mol.}$



Émissions de CO₂ faibles

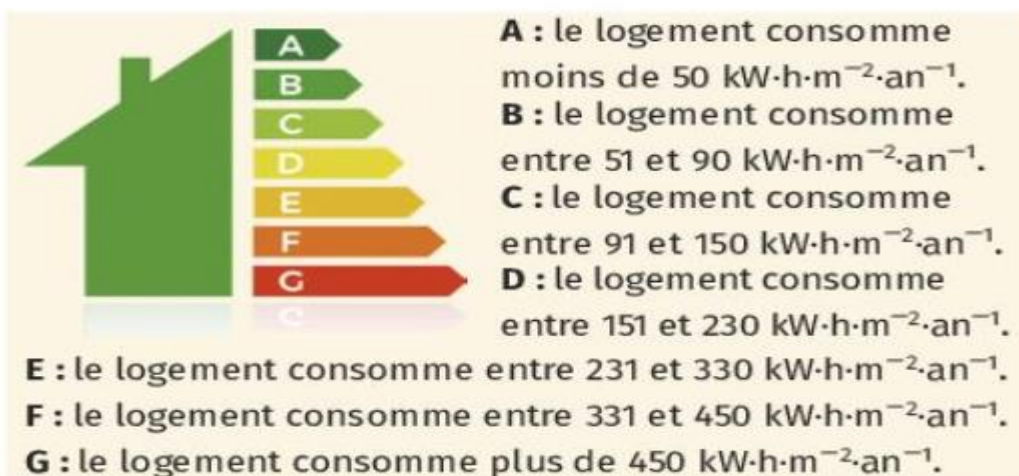


Émissions de CO₂ élevées

24 Mieux isoler pour économiser de l'énergie

✓ APP : Extraire l'information utile

Près de 29 % des Français se chauffent au fioul, un combustible composé essentiellement d'alcane de formule brute $C_{16}H_{34}$. La consommation annuelle d'énergie par m^2 pour se chauffer est de 250 kWh. Cette quantité d'énergie représente une réelle part du budget des Français. Pour diminuer la consommation en carburant, une solution est d'améliorer l'isolation des maisons.



- Déterminer l'énergie minimale A et maximale G consommée pour un logement de 50 m^2 en une année.
- Écrire l'équation de combustion complète du fioul.
- Déterminer l'énergie molaire de réaction du fioul.
- Calculer la consommation par année de litres de fioul pour un logement de 50 m^2 type A et G.
- L'isolation de l'habitat est-elle une vraie solution économique ?
- Déterminer le volume de CO_2 émis par ces deux logements de 50 m^2 type A et G.
- Quel autre atout comporte l'isolation de l'habitat ?

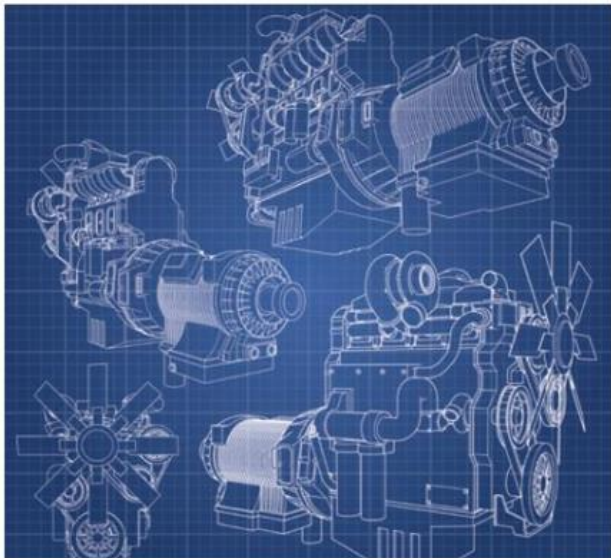
Données

- Un alcane possède C_nH_{2n+2} possède $n - 1$ liaisons C - C et $2n + 2$ liaisons C - H ;
- $M(C_{16}H_{34}) = 226,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $\rho(\text{CO}_2) = 1,87 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$;
- $E_l(\text{C} - \text{C}) = 346 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_l(\text{O} - \text{H}) = 459 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_l(\text{O} = \text{O}) = 494 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$;
- $M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $\rho(C_{16}H_{34}) = 0,773 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$;
- $E_l(\text{C} - \text{H}) = 411 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $E_l(\text{C} = \text{O}) = 749 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- $V_m(\text{CO}_2) = 23,5 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

35 Diesel vs Essence

✓ RAI/ANA : Utiliser les documents

BAC



Le gazole $C_{16}H_{34}$ et l'essence C_8H_{18} sont deux carburants utilisés principalement dans l'automobile. Ils sont souvent mis en comparaison dans leur mode de fonctionnement mais aussi pour la pollution qu'ils produisent. On retrouve souvent l'information suivant laquelle les voitures fonctionnant au diesel sont plus polluantes que les voitures à essence. Mais est-ce le cas pour tous les polluants ?

- Calculer la production de dioxyde de carbone CO_2 de chaque véhicule pour un trajet de 100 km, et corriger l'affirmation précédente si nécessaire.

Donnée

• Énergies de liaisons voir p. 195.

Doc. 1 Rendement d'un moteur

Les moteurs des voitures sont dits « à explosion », ce processus permet de transformer l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique.

Les ingénieurs en automobile travaillent à améliorer ce rendement afin d'utiliser le moins de carburant possible. Le rendement actuel des voitures est de 42 % pour les moteurs diesel et de 36 % pour ceux à l'essence.

D'après « Empreinte carbone », *Wikipedia.org*.

Doc. 2 L'énergie mécanique

L'énergie mécanique d'une voiture est l'énergie transmise aux roues par le moteur. Pour un trajet de 100 km à vitesse moyenne, les voitures doivent fournir une énergie mécanique de 89,3 MJ quel que soit le carburant utilisé.

Doc. 3 Les particules fines

Les particules fines sont des substances organiques qui pénètrent profondément dans les voies respiratoires et peuvent causer des maladies cardiovasculaires et respiratoires mais aussi le cancer des poumons.

Tous les véhicules émettent des particules fines. Les voitures fonctionnant au diesel rejettent cependant plus de particules fines que les voitures à essence.