

Correction des exercices du chapitre 18 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.

Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus
P 162-163

QCM

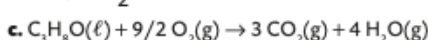
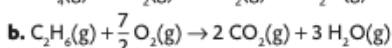
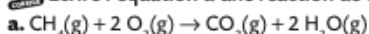
p. 161

1. B ; 2. A et B ; 3. A ; 4. B ; 5. A et C ; 6. A et C ; 7. A et B ; 8. A, B et C ; 9. A ; 10. C ; 11. A et B ; 12. B.

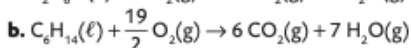
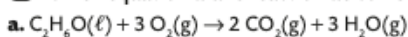
Exercices

Appliquer le cours p. 164

3 Ecrire l'équation d'une réaction de combustion



4 Ecrire l'équation d'une réaction de combustion complète



5 Calculer une énergie libérée

$$Q = -m \times PC(\text{butane}) = -0,227 \times 46,4 = -10,5 \text{ MJ}$$

6 Déterminer une masse à brûler

$$Q = -m \times PC \Leftrightarrow m = -\frac{Q}{PC} = -\frac{-50 \times 10^3 \text{ J}}{1,5 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}} = 3,3 \text{ kg}$$

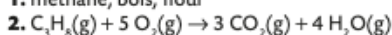
7 Estimer une énergie de combustion

1. Essence, gazole

2. $-2 \times E_c(\text{O-H}) = -242 - 248 - 436 = -926$ soit $E_c(\text{O-H}) = \frac{926}{2} = 463 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

8 Déterminer une masse à brûler

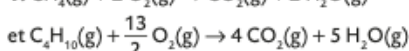
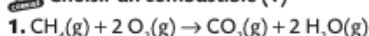
1. méthane, bois, fioul



3. Il y a 8 liaisons C-H, 2 liaisons C-C et 5 liaisons O=O rompues. Il y a 6 liaisons C=O et 8 liaisons O-H formées.

4. $E_{\text{comb}} = 8 \times E_c(\text{C-H}) + 2 \times E_c(\text{C-C}) + 5 \times E_c(\text{O=O}) - 6 \times E_c(\text{C=O}) - 8 \times E_c(\text{O-H}) = 8 \times 413 + 2 \times 348 + 5 \times 496 - 6 \times 796 - 8 \times 463 = -2000 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

9 Choisir un combustible (1)



2.

méthane	butane
$Q = n_{\text{combustible}} \times E_{\text{comb}}$ soit $n_{\text{combustible}} = \frac{Q}{E_{\text{comb}}}$	
<ul style="list-style-type: none"> $n_{\text{méthane}} = \frac{-200 \text{ kJ}}{-800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,250 \text{ mol}$ $\frac{(n_{\text{CH}_4})_{\text{réagi}}}{1} = \frac{(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}}}{1}$ 	<ul style="list-style-type: none"> $n_{\text{butane}} = \frac{-200 \text{ kJ}}{-2900 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0690 \text{ mol}$ $\frac{(n_{\text{C}_4\text{H}_{10}})_{\text{réagi}}}{1} = \frac{(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}}}{4}$
soit $(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} = 0,250 \text{ mol}$	soit $(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} = 0,276 \text{ mol}$
<ul style="list-style-type: none"> $m(\text{CO}_2) = (n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} \times M_{\text{CO}_2} = 0,250 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 11,0 \text{ g}$ 	<ul style="list-style-type: none"> $m(\text{CO}_2) = (n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} \times M_{\text{CO}_2} = 0,276 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12,1 \text{ g}$

3. Le méthane génère moins de $\text{CO}_2(\text{g})$ que le butane.

10 Choisir un combustible (2)

1. Une réaction de combustion conduit au rejet de CO_2 , gaz à effet de serre.
2. Afin de respecter l'attente du consommateur, on lui conseillera de choisir le gaz de ville car le méthane rejette moins de CO_2 ($57,2 < 75,3$) pour une même quantité d'énergie thermique produite. De plus, il a un pouvoir calorifique supérieur au fioul, ce qui est un 2^{ème} avantage.

Exercices

S'entraîner

p. 165

11 À chacun son rythme

Élimination de CO_2 d'un véhicule GPL

1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
propane butane
2. $\text{C}_3\text{H}_8(\ell) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ et
 $\text{C}_4\text{H}_{10}(\ell) + \frac{13}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 5 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
3. 1,0 km parcouru consomme en moyenne 0,10 L soit 0,050 L de propane liquide et de butane liquide.

propane	butane
$m_{\text{combustible}} = \rho_{\text{combustible}} \times V_{\text{combustible}}$ soit $n_{\text{combustible}}$	
$= \frac{m_{\text{combustible}}}{M_{\text{combustible}}} = \frac{\rho_{\text{combustible}} \times V_{\text{combustible}}}{M_{\text{combustible}}}$	
$n_{\text{propane}} = \frac{515 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,050 \text{ L}}{44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,58 \text{ mol}$	$n_{\text{butane}} = \frac{585 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,050 \text{ L}}{58,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,50 \text{ mol}$
$\frac{(n_{\text{propane}})_{\text{réagi}}}{1} = \frac{(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}}}{3}$	$\frac{(n_{\text{C}_4\text{H}_{10}})_{\text{réagi}}}{1} = \frac{(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}}}{4}$
soit $(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} = 1,7 \text{ mol}$	soit $(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} = 2,0 \text{ mol}$
$m(\text{CO}_2) = (n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} \times M_{\text{CO}_2} = 1,74 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 77 \text{ g}$	$m(\text{CO}_2) = (n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} \times M_{\text{CO}_2} = 2,01 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 89 \text{ g}$

4. Ce véhicule GPL rejette donc environ 166 g de CO_2 . Un véhicule de classe A rejette au maximum 100 g de CO_2 par km parcouru. Le véhicule GPL n'est donc pas de classe A.

12 Connaître les critères de réussite

Composition du carburant E15

1. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\ell) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
2. $E_{\text{comb}} = E_f(\text{C-C}) + E_f(\text{C-O}) + 5 \times E_f(\text{C-H}) + E_f(\text{O-H}) + 3 \times E_f(\text{O=O}) - 4 \times E_f(\text{C=O}) - 6 \times E_f(\text{O-H})$
 $E_{\text{comb}} = E_f(\text{C-C}) + E_f(\text{C-O}) + 5 \times E_f(\text{C-H}) + 3 \times E_f(\text{O=O}) - 4 \times E_f(\text{C=O}) - 5 \times E_f(\text{O-H})$

A.N. : $E_{\text{comb}} = 348 + 360 + 5 \times 413 + 3 \times 496 - 4 \times 796 - 5 \times 463 = -1238 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$Q = n \times E_{\text{comb}} = -m \times \text{PC} \text{ soit } \text{PC} = -\frac{n \times E_{\text{comb}}}{m} = -\frac{E_{\text{comb}}}{M} ;$$

$$\text{PC}(\text{éthanol}) = -\frac{-1238 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{46 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 27 \cdot 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

3. Soit P le pourcentage massique en éthanol dans E15 : $46 = 27 \times P + 48 \times (1-P)$ soit $P = 0,095 = 9,5 \%$

13 Résolution de problème

Indice GES d'une habitation

Pistes de résolution

S'approprier

- L'énergie libérée lors de la combustion du méthane est utilisée pour le chauffage de la maison et la production d'eau chaude.
- La combustion du méthane produit du dioxyde de carbone.
- Il faut déterminer la masse de dioxyde de carbone produite durant une année par la combustion puis ramener cette masse à 1 m^2 de surface.

Analyser

- Déterminer la quantité de dioxyde de carbone produite en tenant compte des nombres stœchiométriques de l'équation de réaction.
- Calculer la masse de dioxyde de carbone produit pour 1 m^2 de surface.

Réaliser

- L'énergie transférée lors d'une combustion est donnée par : $Q = n \times E_{\text{comb}}$
- Écrire l'équation de la réaction de combustion du méthane.
- La masse de dioxyde de carbone se calcule à partir de la quantité de matière de dioxyde produit : $m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2)$.
- Exprimer l'indice GES en $\text{kgCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

Valider

- Attribuer une lettre à cette habitation en comparant l'indice GES aux différentes classes.

Étapes de résolutions proposées

1^{re} étape : Bien comprendre la question posée

1. Quelle est le nom de la grandeur dont le symbole de l'unité est kWh ?
2. Comment sont produits les gaz à effet de serre dans une maison ?
3. Quel le gaz à effet de serre majoritairement émis par une maison ?
4. Quelle est l'unité de l'indice GES ?
5. La surface de la maison intervient-elle dans l'attribution de l'indice GES ?
6. Comment est attribué l'indice GES d'une habitation ?
7. Qu'appelle-t-on E_{comb} ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

1. La combustion du méthane libère du dioxyde de carbone.
2. L'équation de la réaction de combustion du méthane est le lien entre la consommation de méthane et la production de dioxyde de carbone.
3. L'indice GES est la masse de CO_2 , exprimée en kilogramme, libérée en une année pour 1 m^2 de surface.

3^e étape : Dégager la problématique

Déterminer la masse de dioxyde de carbone produite par an pour 1 m^2 de surface et la comparer aux différentes classes.

4^e étape : Construire la réponse

- Déterminer la masse de méthane nécessaire au chauffage de la maison et à la production d'eau chaude.
- Écrire l'équation de réaction de combustion du méthane.
- Déterminer, à l'aide de l'équation de la réaction de combustion, la masse de dioxyde de carbone produite.
- Ramener cette masse à 1 m^2 de surface habitable.
- Comparer la valeur avec les différentes classes.

5^e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

Présenter le contexte et introduire la problématique. Dans l'habitation présentée le méthane est le combustible utilisé pour le chauffage et la production de l'eau chaude sanitaire. La combustion du méthane libère de l'énergie mais produit aussi du dioxyde de carbone qui est un gaz à effet de serre.

On nous demande de calculer la masse de dioxyde de carbone produit en une année pour 1m² de surface habitable et comparer cette masse aux différentes classes.

- Mettre en forme la réponse.

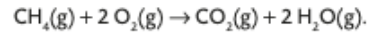
- Exprimons en Joule, l'énergie annuelle consommée par l'habitation :

$$Q = -20100 \times 10^3 \times 3600 = 7,236 \cdot 10^{10} \text{ J.}$$

- Déterminons la quantité de matière de méthane n_{CH_4} consommée :

$$n_{\text{CH}_4} = \frac{Q}{E_{\text{comb}}} = \frac{-7,236 \times 10^{10} \text{ J}}{-800 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,05 \cdot 10^4 \text{ mol.}$$

- Écrivons l'équation de la réaction de combustion du méthane :



- D'après l'équation on a : $n_{\text{CH}_4} = n_{\text{formée}}(\text{CO}_2) = 9,05 \cdot 10^4 \text{ mol.}$

- Calculons la masse de dioxyde de carbone produit:

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{formée}}(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) = 4,0 \cdot 10^6 \text{ g} = 4,0 \cdot 10^3 \text{ kg.}$$

- Déterminons l'indice GES en ramenant cette masse à 1m² de surface habitable :

$$\text{indice GES} = \frac{4,0 \cdot 10^3}{160} = 25 \text{ kg CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$$

- Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

On compare l'indice calculé aux différentes classes. On constate que : $21 \leq \text{indice GES} \leq 35$. L'habitation est donc de classe D.

14 Energy of combustion

- $E_{\text{comb}} = -(0 - (-802)) = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $-4 \times E_f(\text{O-H}) = -(-802 - 1034) = -1836 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
soit $E_f(\text{O-H}) = \frac{1836}{4} = 459 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

15 Exercice à caractère expérimental Valeur énergétique d'une amande

1. Peser sur une balance préalablement tarée la canette vide. Noter la valeur. Peser la canette remplie à moitié. Noter la valeur. Soustraire la 1^{ère} valeur afin d'obtenir m_{eau} .

2. Comme V_{en} est l'énergie libérée par la combustion de 1 g d'amande : $V_{\text{en}} = \frac{Q}{m_0}$. Ainsi, en déterminant l'énergie Q reçue par

l'eau, il est possible d'obtenir V_{en} si on néglige les pertes thermiques.

3.

m_0 (en g)	1,15	1,20	1,13	1,17	1,14	1,18
m_{eau} (en g)	200	199	201	200	199	202
θ_i (en °C)	18,0	18,1	18,0	18,2	18,3	18,3
θ_f (en °C)	42,5	43,9	42,5	44,0	42,4	43,6
$Q = m_{\text{eau}} \times c \times (\theta_f - \theta_i)$ (en J)	20,5	21,5	20,6	21,6	20,0	21,4
$V_{\text{en}} = \frac{Q}{m_0}$ (en $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)	17,8	17,9	18,2	18,4	17,6	18,1

$\bar{V}_{\text{en}} = 18,0 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$; $\sigma_n^{-1} = 0,305 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$; $u(V_{\text{en}}) = 0,279 = 0,3 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$
(toujours arrondi par excès);

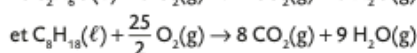
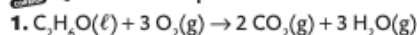
$V_{\text{en}} = 18,0 \pm 0,3 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$

4. Expérimentalement, on mesure que la valeur énergétique de 100 g d'amandes est d'environ 1800 kJ. On observe une différence car la combustion de l'amande dans l'expérience ne sert pas exclusivement à chauffer l'eau de la canette. Il faudrait calorifuger le dispositif afin d'éviter d'échauffer, le plus possible, l'air ambiant. Faire l'expérience dans un calorimètre et rapprocher la flamme du fond de la canette seraient des améliorations du protocole précédent.

Vers l'épreuve écrite

p. 167

16 Quel carburant pour les véhicules « flex-fuel » ? (40 min)



$$2. \bullet n_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{\rho_{\text{éthanol}} \times V_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{789 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1,00 \text{ L}}{46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 17,2 \text{ mol.}$$

$$\bullet \frac{(n_{\text{éthanol}})_{\text{réagi}}}{1} = \frac{(n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}}}{2} \text{ soit } (n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} = 34,4 \text{ mol}$$

$$\bullet m(\text{CO}_2) = (n_{\text{CO}_2})_{\text{formé}} \times M_{\text{CO}_2} = 34,4 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,51 \times 10^3 \text{ g}$$

$$3. m_{\text{superéthanol}}(\text{CO}_2) = 0,85 \times m_{\text{éthanol}}(\text{CO}_2) + 0,15 \times m_{\text{essence}}(\text{CO}_2) = 0,85 \times 1,51 \text{ kg} + 0,15 \times 2,310 \text{ kg} = 1,63 \text{ kg}$$

4. Au-delà de 85 % d'éthanol dans un carburant, la surconsommation augmente considérablement.

5. Graphiquement, la surconsommation avec le superéthanol atteint 37,5 %.

6. Pour 100 km, le véhicule « flex-fuel » consomme $6,5 + 0,375 \times 6,5 = 8,9 \text{ L}$ de superéthanol.

7. • Pour le carburant « essence » (constitué uniquement d'octane), la consommation vaut $0,064 \text{ L/km}$.

Or la combustion d'un litre d'essence, libère $2\,310 \text{ g}$ de CO_2 . La libération de CO_2 par km parcouru est donc :

$$2310 \times 0,065 = 150 \text{ g/km parcouru.}$$

• Pour le superéthanol, la consommation atteint $0,089 \text{ L/km}$ soit $1630 \times 0,089 = 145 \text{ g/km}$.

8. Que le véhicule « flex-fuel » roule à l'essence ou au superéthanol, il est toujours de classe D.

17 À propos du « gaz à l'eau » (15 min)

1. Comme la transformation nécessite un apport d'énergie, elle est endothermique.

$$2. \text{a. } E_2 = E_f(\text{C}\equiv\text{O}) + 0,5 \times E_f(\text{O}=\text{O}) - 2 \times E_f(\text{C}=\text{O}) = 1078 + 0,5 \times 496 - 2 \times 796 = -266 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. b. L'énergie libérée E_4 par la combustion du gaz à l'eau à partir du carbone vaut :

$$E_4 = E_1 + E_2 + E_3 = 131 - 266 - 243 = -378 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Vers l'oral

p. 168

18 Application

Avantage du porte-conteneur Saint-Exupéry

- Volume transportable important
- Rentabilité économique
- Ce type de porte-conteneur libérerait moins d'un litre de carburant au 100 km pour un conteneur de 15 tonnes. Le porte conteneur serait moins émetteur que le fret routier.
- Navire impressionnant par la taille (400 m de longueur) due à des prouesses technologiques.
- Permettre le transport de marchandises non possible par la route.

Inconvénient du porte-conteneur Saint-Exupéry

- Pollution très importante :
✓ libération de dioxyde de carbone,
✓ libération de particules fines (équivalent à 50 millions de voitures).
- Charge et décharge des marchandises longue donc immobilisation du porte-conteneur qui devient moins rentable.
- Passage difficile dans certaines régions (exemple canal de Suez) obligeant le porte-conteneur à de plus longs trajets.

Je m'exprime à l'oral sur

Les réactions de combustion

- Citer des exemples de combustibles :
Gaz naturel, fuel, essence, éthanol, bois...
- Citer les problèmes engendrés par le rejet du dioxyde de carbone
Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre contribuant au réchauffement climatique. Son rejet pose donc des problèmes.
- Si on assimile le fioul à un hydrocarbure de formule C_xH_y , écrire l'équation de combustion complète :

