




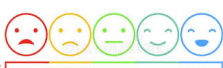


1 ^{ère} STI2D Physique-chimie	Thème : Matière et matériaux	M. GINEYS / M. KUNST-MEDICA MAJ 02/2025	
Chapitre 11 : Les combustions		Hachette éducation (Hachette technique)	
Plan de travail du chapitre 11			
Nom : Prénom : Classe :			

Les « attendus » du chapitre

Capacités visées :	Mon ressenti
AD 10.1 : Le pétrole : origine et usages AD 10.2 : Les agro-carburants ou biocarburants AD 10.3 : Les gaz à effet de serre	
<i>Citer des carburants fossiles et des agro-carburants usuels et connaître l'impact de leur utilisation sur l'environnement.</i>	
AD 10.4 : Le moteur à explosion	
<i>Identifier les produits d'une combustion complète pour établir l'équation de la réaction correspondante.</i>	
<i>Écrire et exploiter une équation chimique de combustion incomplète pour un carburant donné, les produits étant indiqués.</i>	
AD 10.5 : A la découverte de deux types d'hydrocarbures : les alcanes et les alcènes	
<i>Identifier un alcane ou un alcène à partir de sa formule brute et de sa formule semi-développée.</i>	
AD 10.6 : Bilan carbone d'un véhicule	
<i>Écrire et exploiter l'équation chimique d'une réaction de combustion complète d'un hydrocarbure ou d'un « biocarburant » pour prévoir le réactif limitant et les quantités de matière des produits formés.</i>	

Les vidéos du chapitre

		
https://www.youtube.com/watch?v=IAEIf6Fz5Jc	https://www.youtube.com/watch?v=-1hbVC9JZM4&feature=emb_logo	https://www.youtube.com/watch?v=HKV0qCioX_o
Bilan sur les combustions	Comprendre le tableau d'avancement	Équilibrer une équation chimique

Le plan de travail

(Surligner les étapes et exercices réalisés)

A faire après toutes les activités

- Lire et Étudier l'ensemble du cours
- Visionner les trois vidéos du chapitre

Exercices d'application :

3 Combustions complètes et incomplètes

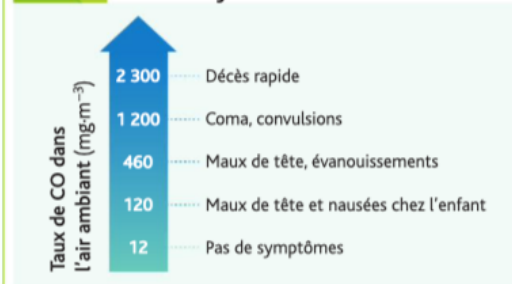
1. Écrire l'équation de combustion complète :
 - a. de l'heptane $C_7H_{16}(l)$.
 - b. du propène $C_3H_6(g)$.
 - c. du méthanol $CH_4O(l)$.
2. Écrire l'équation de combustion incomplète :
 - a. du méthane $CH_4(g)$.
 - b. du butène $C_4H_8(g)$.
 - c. de l'éthanol $C_2H_6O(l)$.

8 Intoxication au monoxyde de carbone ?

Dans une maison, on considère une chaudière mal entretenue qui émet 20 g de monoxyde de carbone gazeux par heure de fonctionnement, dont 60 % se propagent dans le salon de 8,0 m de long, 6,0 m de large et 2,5 m de haut.

1. Calculer le volume de la pièce.
2. Déterminer la masse de monoxyde de carbone qui se propage chaque heure.
3. En déduire la durée au bout de laquelle les habitants présents dans le salon vont ressentir des maux de tête ou s'évanouir (doc. 1).

DOC. 1 Symptômes de l'intoxication au monoxyde de carbone



Exercices d'entraînement



11 Le biodiesel

» S'approprier • Analyser/Raisonner

Le biodiesel est une alternative au gazole (carburant issu du pétrole) utilisé dans un moteur diesel classique. Les caractéristiques de ce biocarburant sont très proches de celles du gazole, de sorte qu'il peut être employé sur les voitures actuelles, mélangé au gazole à hauteur de 5 à 50 %. De formule $C_{20}H_{40}O_2$, il est produit notamment à partir d'huile de colza : celle-ci subit un procédé chimique appelé « transestérification » permettant d'obtenir de l'ester d'huile végétale, c'est-à-dire le biodiesel.



1. Indiquer quels sont les réactifs et les produits d'une réaction de combustion complète.
2. Écrire et équilibrer l'équation de la combustion complète du biodiesel.

12 Soudure à l'oxygène-acétylène

» S'approprier • Analyser/Raisonner

Une soudure à l'oxygène-acétylène permet de fusionner deux éléments en acier. Son principe est de combiner l'acétylène C_2H_2 et le dioxygène O_2 pour créer une flamme à haute température – plus de 3 000 °C – que l'on mettra directement en contact avec le métal à souder. L'une des difficultés d'une telle soudure est d'atteindre l'équilibre entre les deux gaz pour créer une flamme claire, nette et allongée. Lorsque le débit d'acétylène est insuffisant, la flamme est dite « carburante », rendant les soudures cassantes.



1. Identifier le combustible et le comburant dans la réaction étudiée.
2. Écrire l'équation de combustion complète de l'acétylène.
3. Indiquer le réactif limitant dans le cas d'une flamme « carburante ».

13 Dangers des combustions

» S'approprier • Analyser/Raisonner

DOC. 1 Un jeu de rôle qui tourne mal

« Plus de 200 personnes ont été intoxiquées au monoxyde de carbone alors qu'elles participaient à un jeu de rôle grandeur nature dans une grotte d'Indre-et-Loire. [...] Quelques heures après le début du jeu, plusieurs participants ont commencé à se sentir mal : maux de tête, nausées, refroidissements... [...] Le nombre de malades augmentant à vue d'œil, l'équipe médicale a vite soupçonné une intoxication au monoxyde de carbone, et décrété l'évacuation générale du lieu. Les organisateurs [...] soupçonnent qu'un problème soit survenu sur le moteur d'un groupe électrogène à essence qui alimentait la cave géante en électricité. »

Extrait d'un article du journal *Sud Ouest* (11 août 2015)

1. Quels sont les risques d'une intoxication au monoxyde de carbone ?
2. Pourquoi les participants ne se sont pas rendu compte de la présence de monoxyde de carbone dans la grotte ?
3. Expliquer pourquoi le groupe électrogène peut être mis en cause.
4. Écrire l'équation de réaction de combustion incomplète de l'essence du groupe électrogène qu'on assimilera à un alcane de formule C_7H_{16} .
5. Proposer des solutions qui auraient permis d'éviter cette intoxication.

14 Chauffage d'appoint

» Analyser/Raisonner • Réaliser • Valider

Le combustible utilisé dans les chauffages d'appoint est composé de plusieurs alcanes dont le principal est le nonane C_9H_{20} . Un radiateur d'appoint possède un réservoir d'une capacité de 5,0 L. On s'intéresse à la combustion complète de l'ensemble du combustible présent dans le réservoir pour le chauffage d'une pièce de 20 m² et de 2,5 m de hauteur sous plafond.



Données

- Masse volumique du nonane : $\rho_{\text{nonane}} = 0,718 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$
- Masse molaires atomiques : $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Pourcentage volumique de dioxygène dans l'air : 21 %
- Volume molaire dans les conditions de l'exercice (= volume d'une mole de gaz) : $V_m = 25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Calculer la masse de nonane présente dans le réservoir.
2. Déterminer la quantité de matière n_{nonane} correspondante.

15 Biomasse

» S'approprier • Analyser/Raisonner • Réaliser • Valider

On appelle biomasse l'ensemble des matériaux organiques, d'origine principalement végétale, naturels ou cultivés, terrestres ou marins, utilisables comme source d'énergie renouvelable.

On considère la combustion complète de 1,0 kg de biomasse composée de 25 % de lignine $C_{40}H_{44}O_6$ et de 75 % de cellulose $C_6H_{10}O_5$.

Données

Masses molaires atomiques : $M(C) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(O) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(H) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- Écrire l'équation de la réaction de combustion complète du nonane.
- Indiquer le réactif limitant lors de cette combustion.
- Déterminer la quantité de matière de dioxygène nécessaire à la combustion complète du nonane contenu dans le réservoir.
- En déduire le volume de dioxygène correspondant.
- Déterminer le volume d'air présent dans la pièce à chauffer. En déduire le volume de dioxygène présent.
- Commenter les résultats et indiquer les précautions à prendre.

- Écrire l'équation de combustion de la lignine.
- Déterminer la quantité de matière de lignine présente dans 1,0 kg de biomasse.
- Indiquer lequel des 2 réactifs sera limitant.
- Déterminer la quantité de matière de dioxyde de carbone produite par la combustion de la lignine.
- En déduire la masse de dioxyde de carbone produite.
- Répondre aux mêmes questions pour la cellulose.
- Pour une même énergie fournie, la biomasse produit davantage de dioxyde de carbone que le fioul ; pourtant, elle a moins d'impact sur le réchauffement climatique. Expliquer pourquoi.

18 Chaudière à fioul ou à granulés ?

Une maison individuelle consommait 2 500 L de fioul par an pour se chauffer. Récemment, la chaudière au fioul a été changée pour une chaudière à granulés de bois. On cherche à comparer le prix, le volume de carburant consommé et le volume de CO_2 émis pour un même apport énergétique. On supposera que les chaudières ont un rendement égal à 1.

DOC. 1 Caractéristiques du fioul

On admet que le fioul est essentiellement constitué d'un alcane de formule $C_{15}H_{32}$.
 $\rho_{\text{fioul}} = 0,85 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$; $PC_{\text{fioul}} = 11,8 \text{ kWh}\cdot\text{kg}^{-1}$
 Prix du fioul = 1,117 € le litre

DOC. 2 Caractéristiques des granulés de bois

On admet que les granulés sont essentiellement constitués de cellulose de formule $C_6H_{10}O_5$.
 $\rho_{\text{granulés}} = 600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $PC_{\text{granulés}} = 5,0 \text{ kWh}\cdot\text{kg}^{-1}$
 Prix des granulés = 510 € la tonne

DOC. 3 Combustion du bois

La combustion du bois émet du dioxyde de carbone, mais c'est celui que l'arbre a absorbé dans l'atmosphère par photosynthèse pendant sa croissance. Le chauffage au bois ne libère donc que le CO_2 préalablement capté par l'arbre, et qui sera à nouveau capté par la croissance d'un nouvel arbre planté. Par conséquent, il émet globalement moins de CO_2 que le chauffage fourni par des combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon).

Données

- On rappelle que $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$.
- Masses molaires atomiques : $M(C) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(O) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(H) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- » S'approprier • Réaliser. Calculer le coût annuel en fioul pour le chauffage de la maison.
- » S'approprier • Réaliser. Déterminer la masse correspondant aux 2 500 L de fioul utilisés pour chauffer la maison.
- » Réaliser. Montrer que l'énergie libérée par la combustion des 2 500 L de fioul est de 25 MWh.
- » Réaliser. Écrire l'équation de combustion complète du fioul.
- » Réaliser. Déterminer la quantité de matière n_{fioul} de fioul brûlée annuellement dans la maison.
- » Analyser/Raisonner • Réaliser. En déduire la masse de dioxygène consommé par la combustion des 2 500 L de fioul.
- » Analyser/Raisonner • Communiquer. Déterminer la quantité de matière n_{CO_2} puis la masse m_{CO_2} de CO_2 libéré en une année. Commenter.
- » S'approprier • Réaliser. Montrer que la masse de granulés qu'il faudra brûler pour chauffer la maison est d'environ 5 tonnes.
- » Réaliser. Déterminer le coût annuel en granulés pour chauffer la maison.
- » Réaliser. En déduire le volume de granulés correspondant. Commenter ce résultat.
- » Analyser/Raisonner. Montrer que la quantité de matière de granulés de bois (donc de cellulose) correspondante vaut alors : $n_{\text{cellulose}} = 3,1 \cdot 10^5 \text{ mol}$.
- » Réaliser. Écrire l'équation de la combustion complète de la cellulose.
- » Communiquer. Déterminer la masse de CO_2 libéré en une année. Commenter et comparer avec la valeur obtenue pour le fioul.
- » Valider. À l'aide du doc. 3 et des connaissances acquises, donner d'autres avantages des granulés de bois par rapport au fioul.



Préparation au DS

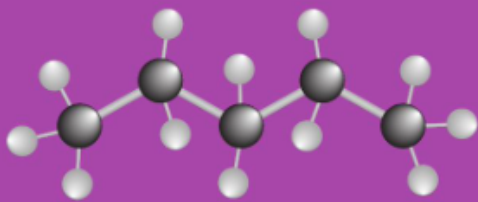
Je visionne à nouveau les vidéos du chapitre et j'étudie mon cours.

Je fais les QCM du chapitre, je compare mes réponses avec la correction.

<p>1 Les réactifs d'une combustion sont...</p> <ul style="list-style-type: none">a. le combustible et le comburant.b. le combustible, le comburant et l'énergie d'activation.c. le combustible et du dioxyde de carbone.	<p>2 Un biocarburant présente l'avantage...</p> <ul style="list-style-type: none">a. de produire moins de dioxyde de carbone qu'un carburant classique.b. d'être renouvelable.c. d'être de meilleure qualité.
<p>3 Les produits d'une combustion complète sont...</p> <ul style="list-style-type: none">a. le dioxygène et l'eau.b. le dioxyde de carbone et l'eau.c. le monoxyde de carbone et l'eau.	<p>4 Lors d'une combustion, les quantités de matière...</p> <ul style="list-style-type: none">a. des produits augmentent.b. des réactifs augmentent.c. des réactifs diminuent.
<p>5 Le réactif limitant d'une réaction de combustion est...</p> <ul style="list-style-type: none">a. forcément le dioxygène.b. le réactif qui manque en premier et oblige la réaction à s'arrêter.c. le réactif qui est entièrement consommé à la fin.	<p>6 Dans la réaction de combustion ayant pour équation $C_5H_{12(l)} + 8 O_{2(g)} \rightarrow 5 CO_{2(g)} + 6 H_2O_{(g)}$, si on brûle 1 mole de $C_5H_{12(l)}$, alors...</p> <ul style="list-style-type: none">a. on consomme 8 moles de dioxygène $O_{2(g)}$.b. on produit 5 moles de dioxyde de carbone $CO_{2(g)}$.c. on produit 5 moles d'eau $H_2O_{(g)}$.

Je fais les VRAI ou FAUX, je compare mes réponses avec la correction.

Vrai ou faux ? Pour chaque proposition, déterminer si elle est vraie ou fausse.

<p>1 La molécule ci-contre est un combustible de la famille des alcanes.</p> <p>2 Une réaction exothermique libère de l'énergie et fait augmenter la température du système.</p> <p>3 Une réaction de combustion produit toujours du dioxyde de carbone et de l'eau.</p> <p>4 Le pouvoir calorifique d'un combustible correspond à l'énergie nécessaire pour démarrer la réaction de combustion.</p> <p>5 Le monoxyde de carbone est un gaz toxique mais non mortel.</p>	 <p>● Carbone ● Hydrogène</p>
---	--

Je réalise l'exercice résolu, je compare mes réponses avec la correction.



Données

- Masse volumique du diesel : $\rho_{\text{diesel}} = 0,746 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$
- Masse molaire du dodécane : $M(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = 170,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse molaire du dioxyde de carbone : $M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

9 Voitures diesel

L'Union européenne a validé l'interdiction de la vente de voitures neuves à moteur thermique en 2035. À long terme, l'objectif est de réduire les émissions de dioxyde de carbone de ces véhicules afin de limiter le réchauffement climatique. Les voitures fonctionnant au diesel seront donc concernées par cette mesure.

Le diesel est un mélange de plusieurs dizaines d'hydrocarbures que l'on peut modéliser par un « hydrocarbure moyen » appelé dodécane, de formule brute $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$.

Considérons une voiture qui utilise 6,1 L de diesel pour parcourir 100 km.

1. Écrire l'équation de combustion complète du dodécane.
2. Indiquer le réactif limitant de cette réaction.
3. Déterminer la quantité de matière de dodécane utilisée pour parcourir 100 km.
4. À l'aide de l'équation de réaction, déterminer la quantité de matière de dioxyde de carbone produite lors de cette combustion.
5. En déduire la masse de dioxyde de carbone émise pour 100 km.



RÉSOLUTION DÉTAILLÉE

1 $2 \text{ C}_{12}\text{H}_{26(l)} + 37 \text{ O}_{2(g)} \rightarrow 24 \text{ CO}_{2(g)} + 26 \text{ H}_2\text{O}_{(g)}$

2 Le réactif limitant sera le dodécane, car le dioxygène provenant de l'air est présent en très grande quantité.

3 La quantité de matière de dodécane vaut $n = m/M$, où m est sa masse et M sa masse molaire.
Or $m = \rho_{\text{diesel}} \times V$, où V est le volume de dodécane.
Soit $m = 0,746 \times 6,1 = 4,6 \text{ kg}$. Donc $n = 4,6 \cdot 10^3 / 170,3 = 27 \text{ mol}$.

4 D'après les nombres stœchiométriques de l'équation, on produit 12 fois plus de CO_2 que l'on consomme de $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$, donc :
 $n_{\text{CO}_2 \text{ formé}} = 12 \times n_{\text{dodécane}} = 12 \times 27 = 324 \text{ mol}$

5 Cette quantité de matière de CO_2 correspond à une masse $m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M(\text{CO}_2) = 324 \times 44 = 14\,256 \text{ g}$ soit 14 kg de CO_2 .

Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :

