

# Combustion chimique – Exercices – Devoirs

## Exercice 1

1) Equilibrer les équations suivantes :



2) A quel type de combustion fait référence la dernière équation de la question précédente ? Expliquer.

3) Donner la signification du triangle du feu ci-contre. En déduire deux actions pouvant limiter ou empêcher le développement d'un incendie.

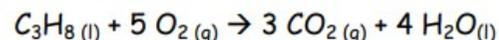
## Exercice 2

Le propane, de formule brute  $\text{C}_3\text{H}_8$  est l'un des principaux constituants du GPL (gaz de pétrole liquéfié). On s'intéresse à la combustion complète de 100 g de propane pris à l'état liquide.

- Quel est le combustible lors de cette combustion ? Quel est le comburant ?
- Montrer que la masse de propane étudiée correspond à une quantité de matière de 2,27 mol. (1 pt)

$$\text{Données : } M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1} \quad M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

- L'équation de combustion équilibrée du propane est la suivante :



En considérant à l'état initial les 2,27 mol de propane et N mol de dioxygène en excès, compléter le tableau suivant :

Equation-bilan :	$\text{C}_3\text{H}_8$ +	$5 \text{O}_2$	$\rightarrow$	$3 \text{CO}_2$ +	$4 \text{H}_2\text{O}$
Etat initial en mol (x=0)	2,27	N		0	0
Etat intermédiaire en mol (x quelconque)		N - 5x			
Etat final en mol ( $x_{\text{max}} = \dots\dots\dots$ mol.)		N - 5 $x_{\text{max}}$			

d. Pourquoi atteint-on l'état final ? Comment obtient-on la valeur de  $x_{\text{max}}$  ?

## Exercice 3

Un habitant possède une chaudière au fioul pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire de sa maison de 150 m<sup>2</sup>. Il consomme chaque année environ  $V = 3000$  L de fioul. Il souhaite déterminer dans un premier temps si le remplacement de sa chaudière au fioul par un poêle à granulés de bois lui ferait économiser de l'argent.

- Quelle économie ferait-il en changeant sa chaudière au fioul par un poêle à granulés de bois (on utilisera les données en fin d'énoncé).
- Calculer la quantité de matière n de granulés correspondant à la masse de granulés qu'il consommerait.
- Écrire l'équation chimique de la réaction de combustion du granulés
- Dresser le tableau d'avancement de l'équation chimique. Calculer la quantité de matière de  $\text{CO}_2$  produite. Le dioxygène  $\text{O}_2$  est en large excès

Etat du système	Avancement(mol)	+	$\rightarrow$	+
initial	x = 0			
avancement x quelconque à l'instant t	x			
final	$x_{\text{max}} =$			

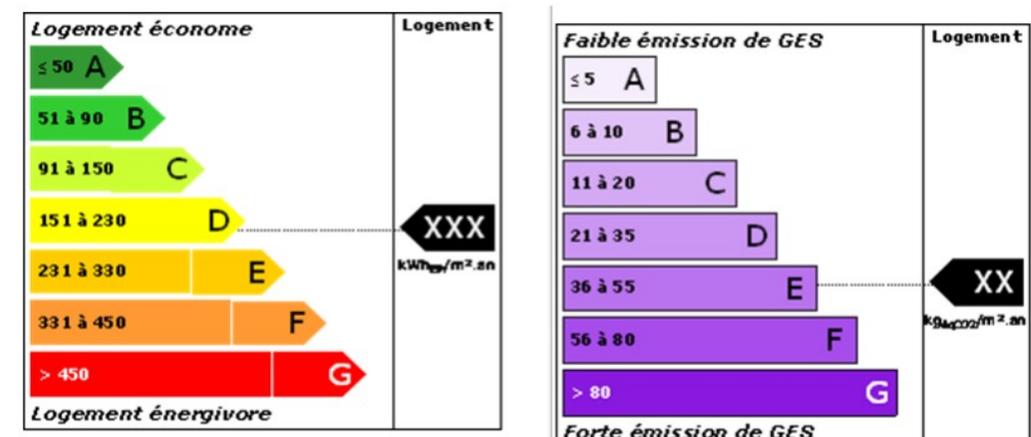
- En déduire la masse de CO<sub>2</sub> produite.
- Calculer la masse de CO<sub>2</sub> consommée par m<sup>2</sup> et par an par l'habitation.  
Dans quelle classe concernant les gaz à effet de serre se trouve la maison

Données :

	Fioul domestique	Granulés
Pouvoir calorifique inférieur (PCI)	10 kWh/L	5 kWh/kg
Prix	0,90 €/L	0,30 €/kg
Formule brute	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
masse volumique $\rho = m/V$	0,84 kg/L	

Relation entre la quantité de matière, la masse et la masse molaire d'une espèce chimique :  
 $n(\text{mol}) = m(\text{g})/M(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$

Symbole de l'atome	C	H	O
Masse molaire atomique (g.mol <sup>-1</sup> )	M <sub>C</sub> = 12	M <sub>H</sub> = 1	M <sub>O</sub> = 16



## Exercice 4

L'essence utilisée comme carburant dans les voitures est essentiellement constituée d'alcane de formule brute C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>.

- En supposant que la combustion des alcanes dans les moteurs est complète, écrire son équation équilibrée. Le comburant est le dioxygène, les produits de la combustion sont CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.
- Un véhicule consomme en moyenne V = 7,0L d'essence au 100 km. Sachant que le dioxygène est en excès, déterminer pour 1 km parcouru, la masse m d'essence consommée
- En déduire la quantité de matière n d'essence consommée. On calculera dans un premier temps la masse molaire de l'essence M<sub>e</sub>.
- On considérera que O<sub>2</sub> est en excès. Remplir le tableau d'avancement suivant uniquement avec les expressions littérales (sans calcul) :

Etat du système	Avancement(mol)	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	+	O <sub>2</sub>	→	CO <sub>2</sub>	+	H <sub>2</sub> O
initial	x = 0							
avancement x quelconque à l'instant t	x							
final	x <sub>max</sub>							

- En déduire la quantité de matière n(CO<sub>2</sub>) produite.
- Calculer la masse molaire M du CO<sub>2</sub> et en déduire la masse m de CO<sub>2</sub> rejetée par km par cette voiture. Données :  $\rho_{\text{essence}} = 750 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  ; M(C) = 12 g.mol<sup>-1</sup> ; M(H) = 1 g.mol<sup>-1</sup>

## Exercice 5

Le butane est un hydrocarbure gazeux de formule  $C_4H_{10}$ . On brûle 12 litres de butane. Sa combustion dans l'air est utilisée comme source de chaleur. On rappelle que dans les conditions normales de  $T=20^\circ C$  et  $P=1013hPa$  le volume molaire des gaz est de  $24 L.mol^{-1}$ .

EQUATION CHIMIQUE		$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$			
état du système	avancement	quantité de matière (mol)			
état initial : $t = t_0$	0				
en cours de transformation : t	x				
état final : $t = t_f$	$x = x_{max}$				

- 1-Quelle est la quantité de matière initiale de butane  $n_b$ .
- 2- En déduire la quantité de matière nécessaire de dioxygène  $n_{O_2}$  pour une combustion complète.
- 3- Compléter le tableau d'avancement.
- 4-En déduire le volume  $V_{CO_2}$  de dioxyde de carbone formé et la masse  $m_{eau}$  d'eau formée .
- 5- Le Pouvoir calorifique (PC) du butane est de  $13.6KWh.kg^{-1}$ . Calculer l'énergie libérée par la combustion des 12 litres de butane en J.

## Exercice 6

Recopier et ajuster les équations de réaction de combustion complète des alcanes suivants.

- a.  $\dots C_2H_6 + \dots O_2 \rightarrow \dots CO_2 + \dots H_2O$
- b.  $\dots C_6H_{14} + \dots O_2 \rightarrow \dots CO_2 + \dots H_2O$
- c.  $\dots C_7H_{16} + \dots O_2 \rightarrow \dots CO_2 + \dots H_2O$
- d.  $\dots C_{25}H_{52} + \dots O_2 \rightarrow \dots CO_2 + \dots H_2O$

## Exercice 7

La combustion complète d'un volume  $V = 780 mL$  de butane libère une énergie  $E = 92,1 kJ$ . La masse volumique du butane est  $\rho = 2,48 g.L^{-1}$ .

- a. Ecrire l'équation de combustion complète du butane
- b. Calculer la masse de butane mise en jeu.
- c. En déduire le pouvoir calorifique du butane.

## Exercice 8

On réalise la combustion complète de  $m = 15,0 g$  d'heptane  $C_7H_{16}$  de masse molaire  $M = 100,0 g.mol^{-1}$ . L'énergie molaire de la combustion de l'heptane vaut  $E_r = -4.5 MJ.mol^{-1}$ .

- a. Ecrire l'équation de la combustion complète de l'heptane
- b. Calculer la quantité de matière d'heptane mise en jeu.
- c. Calculer l'énergie libérée par la combustion d'une masse  $m = 15,0 g$  d'heptane

## Exercice 9

Pour chauffer la pièce principale d'une maison, les propriétaires hésitent entre une chaudière à fioul, une chaudière à gaz de ville (méthane) et une chaudière à bois. La chaudière devra produire une énergie moyenne de  $E = 100 MJ$  par jour pendant la saison de chauffe. Le pouvoir calorifique PC des différents combustibles est

- fioul  $44,5 MJ.kg^{-1}$
- méthane  $55,52 MJ.kg^{-1}$
- bois  $17,5 MJ.kg^{-1}$

- a. Quelle masse de combustible va-t-il falloir utiliser par jour pour chaque type de chaudière ?
- b. Quelle est le combustible le plus intéressant du point de vu énergétique ?
- c. Quelle est le combustible le plus intéressant du point de vu environnemental ?

## Exercice 10

L'énergie de combustion de l'éthanol de formule brute  $C_2H_6O$  est  $E_r = -1264 kJ.mol^{-1}$

- a. Ecrire l'équation de combustion complète de l'éthanol
- b. Calculer l'énergie produite par  $7,5 mol$  d'éthanol.
- c. Calculer l'énergie produite par  $1,0 kg$  d'éthanol.

### Exercice 11

Le méthane appelé aussi «gaz de ville» peut être utilisé pour la cuisson des aliments ou le chauffage d'une habitation. Son pouvoir calorifique vaut  $PC(\text{méthane}) = 55,2 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- Ecrire l'équation de combustion complète du méthane
- Dans un chauffe-eau l'énergie thermique nécessaire pour faire passer une masse  $m = 300 \text{ kg}$  d'eau de  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$  à  $\theta_f = 45^\circ\text{C}$  vaut  $E = m \times 4185 \times (\theta_f - \theta_i)$ . Calculer la valeur de cette énergie.
- Si le chauffe-eau fonctionne en brûlant du gaz de ville, quelle masse de méthane sera consommée ?

### Exercice 12

Pour parcourir 100 km, la combustion du diesel dans le moteur d'un véhicule libère une énergie  $E = 230 \text{ MJ}$ . Le gazole est essentiellement composé de décane de formule  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

La masse volumique du carburant est  $\rho = 0,835 \text{ kg.L}^{-1}$  et son pouvoir calorifique  $PC = 44,8 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- Ecrire l'équation de combustion complète du décane
- Calculer la masse de diesel consommé par le véhicule pour parcourir 100 km.
- En déduire la consommation du véhicule exprimée en litre de diesel pour 100 km.

### Exercice 13

Un brûleur à gaz a une puissance utile de 18 kW. Il est alimenté en gaz de pouvoir calorifique de  $9,8 \text{ kWh/m}^3$ , sous un débit de  $2,6 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Calculez le rendement de ce brûleur.

### Exercice 14

Exprimer les pouvoirs calorifiques du tableau ci-dessous en kWh/kg

Combustibles solides ou liquides	Pouvoir calorifique (kJ / kg)
Houille	31000
Bois dur et sec	14600
Alcool à brûler	25000
Mazout	46000
Essence	50000
Combustibles gazeux	Pouvoir calorifique (kJ / kg)
Gaz naturel	40000
Butane	125000
Propane	98000

### Exercice 15

Un brûleur à gaz consomme  $7,48 \text{ m}^3/\text{h}$  de gaz de pouvoir calorifique  $11,2 \text{ kWh/m}^3$ , avec un rendement de 71,6%.

Calculez la puissance utile de ce brûleur