

## Devoir surveillé n°02 (le 12 septembre 2020, durée : 1h15)

Calculatrice autorisée ; mettre en évidence les résultats ; séparer les deux exercices

### 1 Étude de la combustion complète du gazole

Lire le texte fourni en ANNEXE 1 et intitulé « la combustion des carburants » puis répondre aux questions suivantes.

- Écrire la réaction de combustion complète du gazole dans l'air : les affirmations des lignes 15 à 19 sont-elles valides ?
- Le taux d'émission de CO<sub>2</sub> (indiqué sur le document 2 en ANNEXE 1) est-il en accord avec la consommation du véhicule ?
- Vérifier qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction. Quelle est la molécule oxydée ? Justifier.
- Déterminer l'enthalpie standard de réaction associée à cette transformation chimique. On fera le calcul à partir d'une équation de réaction écrite pour un coefficient de 1 pour le gazole. L'affirmation des lignes 21 à 25 est-elle valide ?
- Déterminer et calculer la température de flamme adiabatique maximale  $T_F$  liée à cette transformation supposée totale.
- La température de flamme réellement atteinte est en général plus faible. Proposer des explications.

Données :

Masses molaires atomiques ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) :

H	C	N	O
1,0	12,0	14,0	16,0

Formule chimique de l'air : 3,7 mol de N<sub>2</sub> pour 1,0 mol de O<sub>2</sub>

Données thermodynamiques : constante gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

composé	gazole <sub>(liq)</sub>	O <sub>2(vap)</sub>	CO <sub>2(vap)</sub>	H <sub>2O(vap)</sub>	N <sub>2(vap)</sub>
$\Delta_f H^\circ$ ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	-245	0	-393	-242	0
$C_{\text{pm}}^\circ$ ( $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )	224,6	29,4	44,2	30,0	27,9

avec  $\Delta_f H^\circ$  l'enthalpie standard de formation et  $C_{\text{pm}}^\circ$  la capacité thermique molaire à pression constante.

### Annexe 1.

#### Document 1.

#### LA COMBUSTION DES CARBURANTS

##### Les carburants

C'est la proportion des composants qui permet de distinguer les carburants.

L'analyse en laboratoire d'un échantillon de gazole pur non additivé montre que celui-ci est  
5 constitué (en masse) de 87 % de carbone (symbole chimique C) et 13 % d'hydrogène (symbole chimique H) [...]

Ces proportions permettent d'établir les formules chimiques fictives de chacun de ces carburants, formules qui seront utilisées par la suite pour calculer tous les autres paramètres de la combustion. Ainsi, le gazole a pour formule chimique fictive C<sub>7,25</sub>H<sub>13</sub>, l'essence C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>, le GPL  
10 C<sub>3,5</sub>H<sub>9</sub>.

##### La combustion des hydrocarbures

La *stœchiométrie* désigne l'étude des proportions idéales d'éléments qui autorisent une réaction chimique complète, "propre" et sans gaspillage.

15 Les lois de la stœchiométrie appliquées à la combustion des hydrocarbures nous montrent que pour brûler 1 kg de gazole, il faut disposer de 14,3 kg d'air (soit, étant donné la composition de l'air, 10,9 kg de diazote et 3,4 kg de dioxygène) ; la réaction produit 10,9 kg de diazote (ce gaz étant chimiquement neutre, il n'a pas participé à la combustion), 3,2 kg de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et 1,2 kg d'eau (H<sub>2</sub>O). [...]

20

##### L'énergie libérée par la combustion

Connaissant la composition massique d'un hydrocarbure, il est alors facile d'en déduire l'énergie qu'il peut libérer lors de sa combustion la combustion d'un kg de gazole de formule C<sub>7,25</sub>H<sub>13</sub> libère une énergie nette d'environ 42 millions de joules, soit, compte tenu de la masse volumique du produit (840 kg.m<sup>-3</sup>), environ 35 millions de joules par litre [...]

25

##### La combustion en conditions réelles

S'agissant de la combustion des carburants dans le cadre du fonctionnement d'un moteur d'automobile, une stœchiométrie parfaite est toujours difficile à garantir.

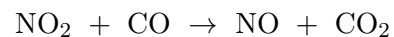
30 En effet, non seulement le carburant peut présenter des différences de composition selon les pays et les distributeurs, mais en plus, la masse d'air introduite dans le moteur, jamais parfaitement pure, varie en permanence en fonction de la température ambiante et de la pression atmosphérique.

Document 2. Fiche technique partielle d'une voiture diesel :

- réservoir : 45 L ;
- consommation moyenne : 4,5 L aux 100 kilomètres ;
- émission de CO<sub>2</sub> : 121 g · km<sup>-1</sup>.

## 2 Étude de quelques polluants azotés

La transformation suivante est une des nombreuses transformations se déroulant dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion :



On souhaite étudier la cinétique de la transformation. Dans ce but, on réalise plusieurs expériences à différentes concentrations initiales et on mesure la vitesse initiale de la réaction. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Expérience	Concentration initiale $\text{NO}_2$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Concentration initiale $\text{CO}$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Vitesse initiale ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )
1	0,10	0,10	$0,50 \times 10^{-2}$
2	0,10	0,40	$8,0 \times 10^{-2}$
3	0,20	0,10	$0,50 \times 10^{-2}$

1. Déterminer les ordres partiels par rapport à chacun des réactifs. Donner une valeur numérique de la constante de vitesse.
2. Proposer une formule de Lewis pour chacune des molécules intervenant dans cette transformation.

### *Données*

élément chimique	H	C	N	O
numéro atomique	1	6	7	8