

Contrôle A Combustions et énergie chimique

Équation de combustion, énergies de liaison, pouvoir calorifique, enjeux

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée, sauf dans l'exercice 1. Les résultats numériques sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique.

Exercice 1 Questions à choix multiples

5 pts ●○○○

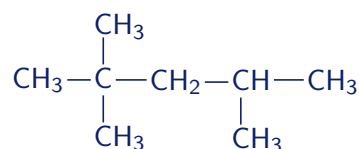
Pour chaque question, une seule réponse est exacte. Recopier sur la copie le numéro de la question et la lettre de la réponse choisie. Aucune justification n'est demandée.

- 1.1** Les produits de la combustion complète de l'éthanol C_2H_6O sont :
a) CO et H_2O b) CO_2 et H_2O c) CO_2 et H_2 d) C et H_2O
- 1.2** Pour mettre en évidence l'eau formée par une combustion, on utilise :
a) de l'eau de chaux b) du sulfate de cuivre anhydre
c) du papier pH d) une allumette enflammée
- 1.3** Dans une combustion, le dioxygène joue le rôle :
a) de réducteur b) de combustible c) d'oxydant d) de catalyseur
- 1.4** Le pouvoir calorifique du gazole vaut $42,6 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$. La combustion complète de $50,0 \text{ g}$ de gazole libère :
a) $1,17 \text{ kJ}$ b) $0,852 \text{ kJ}$ c) $2,13 \times 10^3 \text{ kJ}$ d) $92,6 \text{ kJ}$
- 1.5** Une flamme jaune qui noircit une soucoupe placée au-dessus d'elle indique :
a) une combustion complète b) un excès de dioxygène
c) une combustion incomplète d) la formation de dioxyde de carbone

Exercice 2 L'isooctane, carburant de référence

8 pts ●●○○

L'« indice d'octane » affiché à la pompe (95, 98...) compare la résistance d'une essence à l'auto-inflammation à celle de l'isooctane, dont la formule semi-développée est donnée ci-contre. On modélise ici la combustion complète de l'isooctane, toutes les espèces étant à l'état gazeux.



■ **DONNÉES** Énergies de liaison en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$: $C-H$: 413 ; $C-C$: 348 ; $O-H$: 463 ; $O=O$: 498 ; $C=O$ (dans CO_2) : 804 • masses molaires en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: H : 1,0 ; C : 12,0

- 2.1** Donner la formule brute de l'isooctane et sa famille. Justifier son nom systématique : 2,2,4-triméthylpentane.
- 2.2** Écrire l'équation de sa combustion complète, avec les plus petits coefficients entiers.
- 2.3** Montrer qu'une molécule d'isooctane comporte 18 liaisons $C-H$ et 7 liaisons $C-C$.

- 2.4** Montrer que l'énergie molaire de combustion de l'isooctane, rapportée à une mole d'isooctane, vaut $E_r \approx -5,10 \times 10^3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Que traduit son signe ?
- 2.5** Calculer le pouvoir calorifique de l'isooctane en $\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$, puis en $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$. Calculer l'écart relatif avec la valeur tabulée pour une essence, $\text{PC} = 43,0 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$.
- 2.6** Un réservoir contient 40 L d'isooctane (masse volumique $0,69 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$). Calculer l'énergie libérée par sa combustion complète. Le moteur convertit 30 % de cette énergie en travail mécanique : que devient le reste ?
- 2.7** Donner une raison pour laquelle la méthode des énergies de liaison ne fournit qu'une estimation.

Exercice 3 Se chauffer avec des granulés de bois

7 pts ●●○

Une maison consomme chaque année $E_{\text{ch}} = 9\,000 \text{ kWh}$ de chaleur, fournie par un poêle à granulés de rendement $\eta = 90\%$. Le bois des granulés est modélisé par la cellulose, enchaînement de motifs $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$: on raisonne sur la combustion complète d'un motif. Pouvoir calorifique des granulés : $\text{PC} = 18,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. La figure 1 donne, d'après l'ADEME, les émissions de CO_2 par kWh d'énergie libérée par la combustion, sur l'ensemble du cycle de vie du combustible (production, transport, combustion, repousse des arbres...).

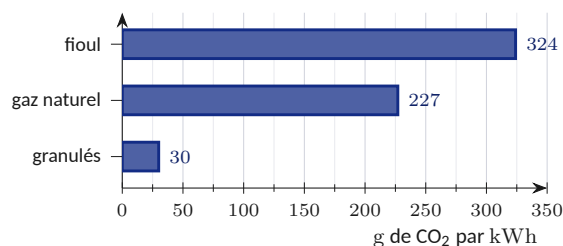


Figure 1 — Émissions sur le cycle de vie (ordres de grandeur)

■ **DONNÉES** Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H : 1,0 ; C : 12,0 ; O : 16,0 • $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$

- 3.1** Écrire l'équation de la combustion complète d'un motif $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$.
- 3.2** Calculer l'énergie que doit libérer la combustion des granulés en un an. En déduire la masse de granulés consommée.
- 3.3** Montrer que la combustion de ces granulés rejette environ 3,3 t de CO_2 par an. En déduire la masse de CO_2 rejetée par la cheminée par kWh d'énergie libérée par la combustion.
- 3.4** Comparer ce résultat à la valeur de la figure 1 pour les granulés. Expliquer cet écart à l'aide du cycle du carbone. À quelles conditions le chauffage au bois peut-il être considéré comme peu émetteur de CO_2 ?
- 3.5** Si l'arrivée d'air du poêle est mal réglée, la combustion devient incomplète. Citer deux espèces nocives alors émises et une précaution à prendre.