

Feuille d'exercices supplémentaires - L'atome

N. Bancel

4 Décembre 2024

1 Exercice 1

En s'inspirant de l'exercice corrigé ci-dessous, résoudre l'exercice suivant portant sur les brûleurs au bioéthanol.

23 Plein gaz sur le propane !

Énoncé

Pour les logements qui ne sont pas desservis par le gaz de ville, du propane est disponible en citernes. L'utilisation d'un gaz combustible nécessite des précautions telles qu'une vérification régulière de l'installation et une bonne aération. L'équation de la réaction de combustion du propane s'écrit :

$$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$

1 Donner le nombre de molécules de dioxygène consommées et le nombre de molécules de dioxyde de carbone et d'eau produites, lors de la combustion d'une molécule de propane.

2 Justifier de la nécessité d'une aération régulière.

3 Calculer la masse de dioxygène nécessaire pour faire brûler 44 g de propane, sachant que sont alors formés 132 g de dioxyde de carbone et 72 g d'eau.

4 Déterminer le nombre de litres de dioxygène nécessaire pour brûler 1 L de propane.

Une solution

1 1 molécule de propane nécessite 5 molécules de dioxygène pour produire 3 molécules de dioxyde de carbone et 4 molécules d'eau.

2 Aérer permet de renouveler le dioxygène consommé lors de la combustion du propane afin d'éviter la production de monoxyde de carbone (gaz toxique) lors d'une combustion incomplète.

3 D'après la loi de la conservation de la masse lors d'une transformation chimique : $m_{\text{réactifs}} = m_{\text{produits}}$

soit : $m_{\text{propane}} + m_{\text{dioxygène}} = m_{\text{dioxyde de carbone}} + m_{\text{eau}}$

d'où : $m_{\text{dioxygène}} = m_{\text{dioxyde de carbone}} + m_{\text{eau}} - m_{\text{propane}}$

soit : $m_{\text{dioxygène}} = 132 + 72 - 44 = 204 - 44 = 160 \text{ g}$

160 g de dioxygène sont donc nécessaires pour faire brûler 44 g de propane.

4 Une seule molécule de propane réagit avec 5 molécules de dioxygène : il faut donc un volume de dioxygène cinq fois plus important que celui de combustible.

5 L de dioxygène seront donc nécessaires pour brûler 1 L de propane.

Rédiger en termes scientifiques

Dans l'équation de réaction, utiliser les coefficients qui indiquent le nombre de chaque type de molécules.

Calculer

Penser à utiliser la loi de la conservation de la masse lors d'une transformation chimique.

Passer d'une forme de langage scientifique à une autre

Pour comparer les volumes, il faut tenir compte des coefficients dans l'équation de la réaction.


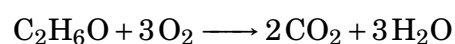


Figure 1: Le propane

De nos jours, il existe des brûleurs au bioéthanol qui s'insèrent dans la cheminée. Le bioéthanol (alcool de betterave, constitué de molécules d'éthanol) remplace alors le bois comme combustible. L'équation de cette combustion s'écrit :



- Donner le nombre de molécules de dioxygène consommées et le nombre de molécules de dioxyde de carbone et d'eau produites lors de la combustion d'une molécule d'éthanol.
- Calculer la masse de dioxygène nécessaire pour faire brûler 1180g d'éthanol sachant qu'il se forme 2257g de dioxyde de carbone et 1305g d'eau.
- Calculer le nombre de litres de dioxyde de carbone produits lorsque 6L de dioxygène sont consommés

2 Exercice 2 - Le transport routier


18 Transport en camion Tâche complexe

Notion : La masse volumique.

Domaine 4 : Pratiquer des démarches scientifiques.

• Peut-on charger la remorque du doc. 1 au maximum avec n'importe quel bois ? Coup de pouce p. 182

Doc. 1 Les poids lourds



Une entreprise de transport routier possède le poids lourd schématisé ci-dessus.
La largeur intérieure de la remorque est de 2,48 m. Elle peut transporter une masse maximale de 26 tonnes.

Doc. 1 Quelques masses volumiques

| Bois | Masse volumique (kg/m³) |
|--------------|-------------------------|
| Balsa | 140 |
| Chêne | 610-980 |
| Chêne (cœur) | 1 170 |
| Contreplaqué | 440-880 |
| Ébène | 1 150 |
| Hêtre | 800 |
| Pin | 500 |
| Sapin | 450 |
| Teck | 860 |

Figure 2: Exercice 3

3 Exercice 3 - La pétanque

20 La pétanque Tâche complexe

Notion : La masse volumique.
Domaine 4 : Pratiquer des démarches scientifiques.

Le choix d'une boule dépend de la morphologie du joueur, de sa place au jeu (pointeur, tireur), du terrain sur lequel il joue, etc.

• La boule de pétanque du doc. 1 est-elle creuse ou pleine ? Coup de pouce p. 182

Doc. 1 **Caractéristiques d'une boule de pétanque**

Une boule de pétanque présentant les caractéristiques suivantes est homologuée par la Fédération française de pétanque et de jeu provençal (FFPJP) :

- Diamètre : 71 mm
- Masse : 720 g
- Matériau et dureté : acier inoxydable

Données :

- Masse volumique de l'acier inoxydable : 8 010 kg/m³.
- Volume d'une boule :
 $V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$ avec r le rayon de la boule.


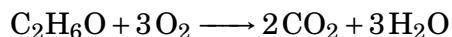


Figure 3: Exercice 4

4 Corrigé - Exercice 1

L'équation de la combustion de l'éthanol est donnée :



Tout d'abord on vérifie que l'équation est bien équilibrée. Pour cela, il faut que la masse se conserve : c'est-à-dire qu'on doit retrouver le même type et le même nombre d'atomes de chaque type côté réactifs et côté produits. On va donc décompter :

- **Types et nombre d'atomes - Côté réactifs :**

- **Carbone (C) :** Il y a 2 atomes de carbone dans la molécule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Donc, il y a au total 2 atomes de carbone côté réactifs.

- **Hydrogène (H) :** Il y a 6 atomes d'hydrogène dans la molécule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Donc, il y a au total 6 atomes d'hydrogène côté réactifs.

- **Oxygène (O) :**

- * La molécule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ contient 1 atome d'oxygène.

- * Les 3 molécules de dioxygène 3O_2 contiennent chacune 2 atomes d'oxygène, soit $3 \times 2 = 6$ atomes d'oxygène.

Au total, il y a $1 + 6 = 7$ atomes d'oxygène côté réactifs.

- **Types et nombre d'atomes - Côté produits :**

- **Carbone (C) :** Il y a 2 molécules de dioxyde de carbone CO_2 , chacune contenant 1 atome de carbone. Donc, il y a $2 \times 1 = 2$ atomes de carbone côté produits.
- **Hydrogène (H) :** Il y a 3 molécules d'eau H_2O , chacune contenant 2 atomes d'hydrogène. Donc, il y a $3 \times 2 = 6$ atomes d'hydrogène côté produits.
- **Oxygène (O) :**
 - * Les 2 molécules de dioxyde de carbone CO_2 contiennent chacune 2 atomes d'oxygène, soit $2 \times 2 = 4$ atomes d'oxygène.
 - * Les 3 molécules d'eau H_2O contiennent chacune 1 atome d'oxygène, soit $3 \times 1 = 3$ atomes d'oxygène.

Au total, il y a $4 + 3 = 7$ atomes d'oxygène côté produits.

Conclusion : On constate que :

- Le nombre d'atomes de carbone est identique : $2 = 2$,
- Le nombre d'atomes d'hydrogène est identique : $6 = 6$,
- Le nombre d'atomes d'oxygène est identique : $7 = 7$.

Ainsi, l'équation est bien équilibrée.

Cette équation montre les proportions stœchiométriques entre les réactifs et les produits :

- 1 molécule d'éthanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) réagit avec 3 molécules de dioxygène (O_2),
- et produit 2 molécules de dioxyde de carbone (CO_2) et 3 molécules d'eau (H_2O).

Autrement dit : Lors de la combustion d'une molécule d'éthanol :

- **Nombre de molécules de O_2 consommées :** 3 molécules,
- **Nombre de molécules de CO_2 produites :** 2 molécules,
- **Nombre de molécules de H_2O produites :** 3 molécules.

2. Masse de dioxygène nécessaire pour brûler 1180 g d'éthanol

On sait que la masse se conserve lors d'une réaction chimique. Donc $m_{\text{réactifs}} = m_{\text{produits}}$. Autrement dit :

$$m_{\text{bioéthanol}} + m_{\text{dioxygène}} = m_{\text{dioxyde_carbone}} + m_{\text{eau}}$$

$$m_{\text{dioxygène}} = m_{\text{dioxyde_carbone}} + m_{\text{eau}} - m_{\text{bioéthanol}}$$

Application numérique

$$m_{\text{dioxyde_carbone}} = 2257 \text{ g}$$

$$m_{\text{eau}} = 1305 \text{ g}$$

$$m_{\text{bioéthanol}} = 1180 \text{ g}$$

Donc :

$$m_{\text{dioxygène}} = 2257 + 1305 - 1180$$

$$m_{\text{dioxygène}} = 2382 \text{ g}$$

3. Volume de CO₂ produit lorsque 6 L de O₂ sont consommés

Étape 1 : Relation entre les volumes dans les gaz parfaits

Dans les mêmes conditions de température et de pression, les volumes des gaz sont proportionnels à la quantité de matière qui réagit ou qui est produite. D'après l'équation chimique, 3 volumes de O₂ donnent 2 volumes de CO₂. On peut résumer cela sous la forme d'un tableau :

| V_{O_2} | V_{CO_2} |
|------------------|-------------------|
| 3 | 2 |

Avec un produit en croix, on peut dire que

$$3 \times V(\text{CO}_2) = 2 \times V(\text{O}_2)$$

c'est-à-dire

$$V(\text{CO}_2) = \frac{2}{3} \times V(\text{O}_2)$$

Étape 2 : Calcul du volume de CO₂ produit

Si 6 L de O₂ sont consommés :

$$V(\text{CO}_2) = \frac{2}{3} \times V(\text{O}_2)$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{2}{3} \times 6 = 4 \text{ L}$$

Réponse explicite : Le volume de dioxyde de carbone produit est 4 L.

5 Corrigé - Exercice 2 - Transport routier

Résolution

Étape 1 : Calcul du volume de la remorque Le volume utile de la remorque est donné par :

$$V = \text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{hauteur}$$

$$V = 13,70 \text{ m} \times 2,48 \text{ m} \times 2,45 \text{ m} = 82,9732 \text{ m}^3$$

Étape 2 : Masse totale possible pour chaque bois La masse totale d'un bois remplissant entièrement la remorque est donnée par :

$$m = \rho \times V$$

où ρ est la masse volumique du bois (en kg/m^3).

Pour chaque bois, on calcule les masses maximales correspondantes :

$$\text{Balsa : } m = 140 \times 82,9732 \approx 11\,616 \text{ kg}$$

$$\text{Chêne (min) : } m = 610 \times 82,9732 \approx 50\,614 \text{ kg}$$

$$\text{Chêne (max) : } m = 980 \times 82,9732 \approx 81\,314 \text{ kg}$$

$$\text{Chêne (cœur) : } m = 1\,170 \times 82,9732 \approx 97\,076 \text{ kg}$$

$$\text{Contreplaqué (min) : } m = 440 \times 82,9732 \approx 36\,508 \text{ kg}$$

$$\text{Contreplaqué (max) : } m = 880 \times 82,9732 \approx 72\,891 \text{ kg}$$

$$\text{Ébène : } m = 1\,150 \times 82,9732 \approx 95\,419 \text{ kg}$$

$$\text{Hêtre : } m = 800 \times 82,9732 \approx 66\,379 \text{ kg}$$

$$\text{Pin : } m = 500 \times 82,9732 \approx 41\,487 \text{ kg}$$

$$\text{Sapin : } m = 450 \times 82,9732 \approx 37\,339 \text{ kg}$$

$$\text{Teck : } m = 860 \times 82,9732 \approx 71\,357 \text{ kg}$$

Étape 3 : Comparaison avec la masse maximale transportable La remorque peut transporter une masse maximale de 26 000 kg. En comparant les masses calculées :

- Seul le balsa peut être chargé au maximum ($m \approx 11\,616 \text{ kg} < 26\,000 \text{ kg}$).
- Tous les autres bois dépassent cette limite et ne peuvent pas remplir complètement la remorque.

Conclusion

Il est possible de charger la remorque au maximum uniquement avec du balsa. Les autres types de bois, à cause de leur masse volumique élevée, dépassent la masse maximale autorisée pour le camion.

Correction : La boule de pétanque est-elle creuse ou pleine ?

Problème posé

On cherche à déterminer si la boule de pétanque est creuse ou pleine, en comparant sa masse réelle à la masse théorique calculée pour une boule pleine.

Données

- Masse de la boule : $m = 720 \text{ g} = 0,720 \text{ kg}$.
- Diamètre de la boule : $d = 71 \text{ mm} = 0,071 \text{ m}$.
- Masse volumique de l'acier inoxydable : $\rho = 8\,010 \text{ kg/m}^3$.
- Formule du volume d'une boule :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad \text{avec } r \text{ le rayon de la boule.}$$

Résolution

Étape 1 : Calcul du volume de la boule Le rayon de la boule est :

$$r = \frac{d}{2} = \frac{0,071}{2} = 0,0355 \text{ m.}$$

Le volume de la boule est alors donné par :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi(0,0355)^3.$$

Effectuons les calculs :

$$V = \frac{4}{3}\pi \times 0,000447 \approx 0,0001875 \text{ m}^3.$$

Étape 2 : Calcul de la masse théorique pour une boule pleine La masse théorique d'une boule pleine est donnée par :

$$m_{\text{pleine}} = \rho \times V.$$

Substituons les valeurs :

$$m_{\text{pleine}} = 8\,010 \times 0,0001875 \approx 1,501 \text{ kg.}$$

Étape 3 : Comparaison avec la masse réelle La masse réelle de la boule est de 0,720 kg. Cette masse est bien inférieure à la masse théorique pour une boule pleine (1,501 kg).

Conclusion

La boule de pétanque est creuse. Si elle était pleine, sa masse serait beaucoup plus élevée.