

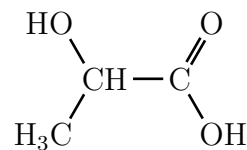
Partie chimie

Les exercices sont indépendants.

Exercice 1 : l'acide lactique (6 points)

Les maladies mitochondriales peuvent provoquer une acidose lactique qui est une surproduction d'acide lactique pouvant entraîner une acidification du sang et des tissus générant des troubles cardiaques.

La formule semi-développée de l'acide lactique est donnée ci-contre.



1 — Écrire la formule brute de l'acide lactique et calculer la masse molaire M_a de l'acide lactique.

Formule brute de l'acide lactique : $C_3H_6O_3$

1

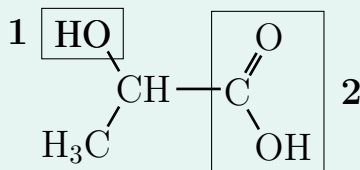
$$M_a = 3 \times M_C + 6 \times M_H + 3 \times M_O = (3 \times 12 + 6 \times 1,0 + 3 \times 16) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 90 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2

Données :

Masses molaires atomiques $M_C = 12 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_H = 1,0 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2 — Recopier la formule semi-développée de l'acide lactique sur la copie. Entourer et nommer les groupes fonctionnels présents dans cette molécule.



1

1 : hydroxyle ; 2 : carboxyle. (1/4 des points est attribué si le nom de la famille est donné à la place du nom du groupe)

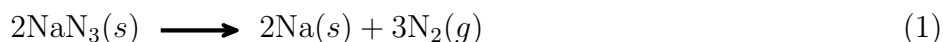
2

Exercice 2 : La chimie d'un airbag (12 points)

Appelés sur le lieu d'un accident de la route, des policiers constatent qu'une voiture a percuté frontalement un arbre et que le conducteur, qui était seul à bord, n'est blessé que légèrement. L'airbag qui s'est déclenché au moment du choc a très probablement sauvé la vie du chauffeur.

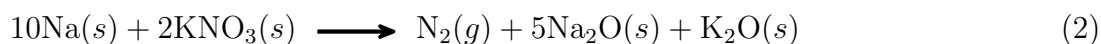
L'airbag est un coussin gonflable de sécurité qui équipe toutes les automobiles. Suite à une collision, il se gonfle en quelques millisecondes grâce à du diazote produit lors de transformations chimiques.

Lors d'un choc violent, une étincelle déclenche la décomposition de l'azoture de sodium $\text{NaN}_3(\text{s})$ présent dans l'airbag en sodium $\text{Na}(\text{s})$ et en diazote $\text{N}_2(\text{g})$ selon la réaction chimique d'équation :



Le sodium produit par la réaction (1) réagit immédiatement et complètement avec du nitrate de potassium $\text{KNO}_3(\text{s})$ également présent dans l'airbag pour former à nouveau du diazote $\text{N}_2(\text{g})$ ainsi que de l'oxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$ et de l'oxyde de potassium $\text{K}_2\text{O}(\text{s})$.

La réaction chimique modélisant cette deuxième transformation est la suivante :



L'oxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$ et de l'oxyde de potassium $\text{K}_2\text{O}(\text{s})$ réagissent à leur tour, selon l'équation (3), sur de la silice $\text{SiO}_2(\text{s})$ pour former une poudre inoffensive, le silicate alcalin de sodium et de potassium $\text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4(\text{s})$:



Pour des raisons de sécurité, toutes les espèces chimiques produites lors des transformations successives sont des solides, sauf le diazote.

Données :

Masses molaires atomiques : $M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{N}} = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Volume molaire gazeux dans les conditions de pression et de température considérées : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1 L = 1 000 cm³

1 — En s'appuyant sur la description du fonctionnement de l'airbag, et en considérant que tous les réactifs mis en jeu sont totalement consommés, identifier les deux espèces chimiques restantes à l'issue de la succession des trois transformations et indiquer celle qui provoque le gonflement de l'airbag.

NaN₃ est consommé pendant la réaction (1), Na et KNO₃ pendant la réaction (2), SiO₂, K₂O et Na₂O pendant la réaction (3). Il ne reste donc que du N₂ et du K₂Na₂SiO₄.

Le diazote N₂ est dans un état gazeux.

C'est donc le diazote qui gonfle le ballon.

2

0,5

1,5

La quantité de matière totale de diazote formée $n_T(\text{N}_2)$ après le choc est reliée à la quantité de matière d'azoture de sodium décomposée $n_d(\text{NaN}_3)$, telle que :

$$n_T(\text{N}_2) = 1,6 \times n_d(\text{NaN}_3)$$

2 — La masse d'azoture de sodium décomposée lors du déclenchement de l'airbag est égale à 82,0 g. Calculer la quantité de matière totale de diazote formée.

$$n_d(\text{NaN}_3) = \frac{m(\text{NaN}_3)}{M(\text{NaN}_3)} = \frac{m(\text{NaN}_3)}{M_{\text{Na}} + 3M_{\text{N}}} = \frac{82,0 \text{ g}}{(23,0 + 3 \times 14,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,3 \text{ mol}$$

1,5

$$n_T(\text{N}_2) = 1,6 \times n_d(\text{NaN}_3) = 1,6 \times 1,3 \text{ mol} = 2,1 \text{ mol}$$

1,5

3 — Calculer le volume de l'airbag lorsqu'il est gonflé par le diazote formé.

Le volume de l'airbag correspond au volume de gaz produit au cours de la réaction.

0,5

$$V = n_T(\text{N}_2) \times V_m = 2,1 \text{ mol} \times 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 50 \text{ L}$$

1,5

4 — Comparer le résultat obtenu à la question 3 avec le volume approximatif de l'airbag dont les dimensions sont précisées dans le document.

Le volume de l'airbag est approximativement celui d'un pavé

$$V_{\text{airbag}} = 70 \times 70 \times 10 \text{ cm}^3 = 49\,000 \text{ cm}^3$$

1

Comme $1\,000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$, $V_{\text{airbag}} = 49 \text{ L}$.

1

Le volume approximatif de l'airbag est à peu près égal au volume calculé à partir de la réaction chimique $49 \text{ L} \approx 50 \text{ L}$. Les deux calculs sont donc cohérents.

1