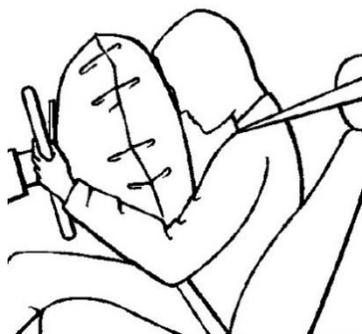


Exercice 2 (10 points) : La chimie de l'airbag

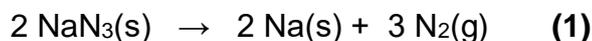
Mots-clés : bilan de matière, volume molaire

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. Après contrôle, il s'avère que le conducteur avait consommé une substance illicite peu de temps avant de prendre le volant.

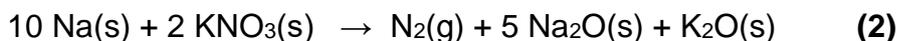
L'airbag est un coussin gonflable de sécurité qui équipe toutes les automobiles. Suite à une collision, il se gonfle en quelques millisecondes grâce à du diazote produit lors de transformations chimiques.



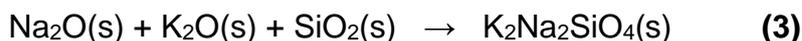
Lors d'un choc violent, une étincelle déclenche la décomposition de l'azoture de sodium $\text{NaN}_3(\text{s})$ présent dans l'airbag en sodium $\text{Na}(\text{s})$ et en diazote $\text{N}_2(\text{g})$ selon la réaction chimique d'équation :



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 $\text{K}_2\text{O}(\text{s})$. L'équation de 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. 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.

On s'intéresse à la quantité de matière d'azoture de sodium décomposée pour gonfler l'airbag, notée $n_d(\text{NaN}_3)$.

2. Établir, à l'aide de l'équation **(1)**, d'une part, la relation entre la quantité de matière de diazote formée $n_1(\text{N}_2)$ et $n_d(\text{NaN}_3)$, et, d'autre part, la relation entre la quantité de matière de sodium formée $n_1(\text{Na})$ et $n_d(\text{NaN}_3)$.

3. Établir, à l'aide de l'équation **(2)** et d'une des expressions précédentes, la relation entre la quantité de matière de diazote formée $n_2(\text{N}_2)$ lors de la deuxième transformation et $n_d(\text{NaN}_3)$.

4. Dédurre des résultats précédents que la quantité de matière totale de diazote formée $n_T(\text{N}_2)$ après le choc est telle que : $n_T(\text{N}_2) = 1,6 \times n_d(\text{NaN}_3)$.

5. La masse d'azoture de sodium décomposée lors du déclenchement de l'airbag est égale à 82,0 g. Calculer le volume de l'airbag lorsqu'il est gonflé.

6. Comparer le résultat obtenu à la question 5 avec l'ordre de grandeur de la dimension de l'airbag de la photographie du document.