

PRENDRE LE VOLANT... OUI, MAIS PAS N'IMPORTE COMMENT !

Exercice 1 : L'éthylotest (10 points)

Mots-clés : Oxydation, oxydant, réducteur.

Campagne de la sécurité routière, février 2008

L'éthylotest chimique permet de contrôler le taux d'alcool contenu dans l'air expiré d'un automobiliste.

Il est constitué d'un ballon en plastique de volume 1,0 L muni d'un embout transparent rempli d'un gel contenant des ions dichromate ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) orange. L'automobiliste souffle dans le ballon afin de le remplir totalement, celui-ci est ensuite adapté sur l'embout. Le ballon est entièrement vidé, l'air expiré par l'automobiliste passe ainsi par le gel contenant les ions dichromate. L'éthanol contenu dans l'air expiré est oxydé par les ions dichromate ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), orange, pour former entre autre des ions chrome (Cr^{3+}), vert.



L'équation de la réaction se produisant entre les ions dichromate et l'éthanol en milieu acide (les ions « H^+ » sont en excès) est :



1. Écrire la formule semi-développée de l'éthanol. Entourer le groupe caractéristique. Donner le nom de ce groupe.
2. Les ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ appartiennent au couple redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$
Établir la demi équation qui traduit la transformation des ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en ions chrome Cr^{3+}
3. Les ions dichromate jouent-ils le rôle d'oxydant ou de réducteur dans cette réaction ? Justifier la réponse en rappelant la définition du terme choisi.
4. L'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ appartiennent au couple redox $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Quel est le nom de CH_3COOH ?
5. Établir la demi-équation qui traduit la transformation de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ en CH_3COOH
L'éthanol subit-il une oxydation ou une réduction ?
Justifier la réponse en rappelant la définition du terme choisi.
6. En France, la concentration massique d'éthanol dans le sang d'un automobiliste doit être inférieure à la valeur limite $C_{\text{max}} = 0,50 \text{ g.L}^{-1}$. La masse d'éthanol contenue dans un litre de sang est deux mille fois supérieure à celle contenue dans un litre d'air expiré.
On considère un automobiliste ayant une concentration massique de $4,0 \times 10^{-4} \text{ g.L}^{-1}$ d'éthanol dans l'air qu'il expire.
Quelle est la concentration massique d'éthanol dans le sang de cet automobiliste ?
7. Est-il en infraction ? Justifier la réponse.
8. Le tube de l'éthylotest est conçu de telle façon que, pour une personne ayant un taux d'éthanol supérieur à la valeur maximale, les ions dichromate disparaissent totalement.
Quelle est la couleur finale dans le tube lorsqu'une personne est contrôlée positive ?
Justifier la réponse.

Exercice 2 : Médicaments et conduite (5 points)

Les médicaments peuvent avoir des conséquences incompatibles avec la conduite. Des pictogrammes sur les boîtes informent du niveau de risque.

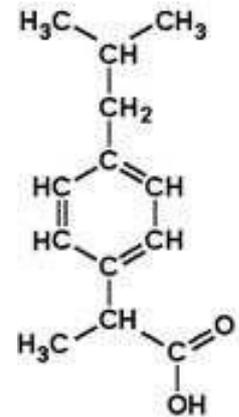
Sur la notice de médicament très répandus comme ceux contenant comme principe actif de l'ibuprofène, on peut lire :

Effet sur la conduite de véhicules :

Prévenir les patients de l'apparition possible de vertiges et de troubles de la vue

La molécule d'ibuprofène est représentée ci-contre :

1. Sur la formule semi-développée de la molécule d'ibuprofène donnée en **annexe 1 à rendre avec la copie**, entourer le groupe caractéristique.
Donner le nom de ce groupe. A quelle famille appartient l'ibuprofène ?
2. Donner la définition d'un atome de carbone asymétrique et le repérer par un astérisque * sur la molécule d'ibuprofène donnée en **annexe à rendre avec la copie**.
3. La molécule d'ibuprofène est-elle chirale ? Expliquer.
4. Rappeler la définition d'une molécule chirale.
5. Etablir la formule brute de l'ibuprofène.
6. Montrer que la masse molaire de l'ibuprofène a pour valeur $M_{\text{ibuprofène}} = 206,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Données : Masse molaire atomique (en g/mol) $M(\text{C}) = 12,0$ – $M(\text{H}) = 1,0$ – $M(\text{O}) = 16,0$



On souhaite vérifier la masse d'ibuprofène présente dans un comprimé provenant d'une boîte de médicaments dosés à 400 mg. Pour cela on réalise le protocole expérimental ci-dessous :

- Broyer un comprimé et verser la poudre dans 100 mL d'eau, pour préparer ainsi une solution que l'on notera S.
- Titrer le volume $V_S = 100 \text{ mL}$ de cette solution par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration molaire $C_b = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

7. Comment appelle-t-on la technique qui a permis de préparer la solution S ?
8. Quel matériel utilise-t-on précisément pour préparer cette solution ?

Dans la suite de l'exercice, la molécule d'ibuprofène sera notée : R-COOH L'équation de la réaction du titrage est : $\text{R} - \text{COOH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{R} - \text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

9. Compléter le schéma du titrage donné en **annexe 2 à rendre avec la copie**.
10. Définir l'équivalence du titrage.
11. On obtient un volume à l'équivalence de 19,0 mL.
En déduire la concentration en quantité de matière de la solution S.
12. En déduire la concentration en masse.

Donnée : Masse molaire de l'ibuprofène : $M_{\text{ibuprofène}} = 206,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

13. Calculer la masse d'ibuprofène $m_{\text{ibuprofène}}$ contenu dans le comprimé.
14. Est-ce en accord avec l'indication sur la boîte de médicaments ? Expliquer.

Exercice 3 : Air bag (5 points)

Un airbag, ou coussin gonflable de sécurité, est une membrane ou enveloppe flexible dans laquelle un gaz est très rapidement injecté par une transformation chimique explosive pour gonfler l'enveloppe et ainsi amortir un choc.

Les airbags sont principalement utilisés dans les automobiles pour protéger les passagers lors d'une collision et ainsi leur éviter une décélération excessive en percutant certains accessoires de la voiture.

Données :

Espèce chimique	NaN ₃	KNO ₃
Masse molaire (g · mol ⁻¹)	65,0	101,1

- pression atmosphérique : $P_0 = 1,01 \times 10^5$ Pa ;
- constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- la conversion de température de degré Celsius en degré Kelvin est donnée par la relation :
$$T(\text{K}) = (^\circ\text{C}) + 273.$$
- On rappelle l'équation d'état du gaz parfait $P \times V = n \times R \times T$
 P la pression (en Pa) , V le volume (en m³) , T la température (en °K) et n la quantité de matière (en mol).
- $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$

Lorsqu'une accélération excessive est détectée, un mélange constitué d'azoture de sodium (NaN₃) et de nitrate de potassium (KNO₃) contenu dans une cartouche est mis à feu.

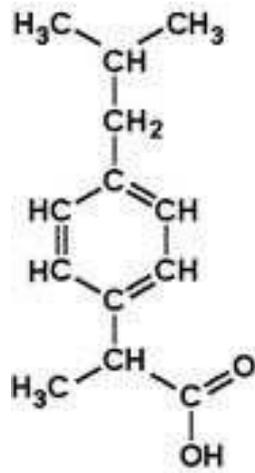
Cette mise à feu produit du diazote, gaz nécessaire au gonflage de l'airbag. La modélisation de cette transformation chimique, supposée totale, conduit à la réaction dont l'équation est la suivante :



1. En utilisant l'équation d'état du gaz parfait, montrer que la quantité de matière de diazote permettant, à 20 °C et à la pression atmosphérique, le gonflement d'un airbag de 60 L, (volume moyen d'un airbag conducteur) a pour valeur $n = 2,5$ mol.
2. On peut montrer la relation $n_{\text{NaN}_3} = \frac{n_{\text{N}_2}}{1,6}$
En déduire la quantité de matière minimale d'azoture de sodium NaN₃ pour libérer les 60 L de diazote.
3. En déduire que la masse minimale d'azoture de sodium NaN₃ nécessaire à la production de diazote pour le gonflement de l'airbag est de 101 g.
4. Le volume occupé par les réactifs solides est égal à 70 cm³.
Expliquer l'intérêt d'utiliser un dispositif avec des réactifs solides plutôt que du diazote stocké dans un réservoir.

ANNEXES à rendre avec la copie

Annexe 1 :



Annexe 2 :

