

Chapitre 1

La sécurité routière

Testez vos prérequis page 12

1. B – 2. A – 3. B – 4. A.

Correction des activités pages 14 à 17

Activité 1 page 14

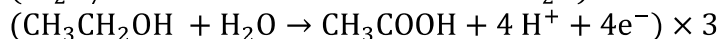
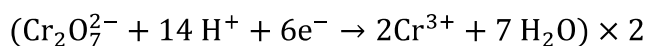
1. Avant de mettre en œuvre le protocole décrit dans le document 3, il faut prendre des précautions telles que porter une blouse, des lunettes et des gants de sécurité.
2. Si nous avons pesé une masse de magnésium $m_{\text{Mg}} = 0,060$ g par exemple, la quantité de magnésium utilisée est : $n_{\text{Mg}} = \frac{m_{\text{Mg}}}{M_{\text{Mg}}} = \frac{0,060}{24,3} = 0,0025 \text{ mol} = 2,5 \text{ mmol}$.
3. D'après l'équation de la réaction : $2\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Mg}_{(\text{s})} \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + \text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$, la quantité de dihydrogène produite est égale à celle de magnésium utilisé : $n_{\text{H}_2} = n_{\text{Mg}} = 2,5 \text{ mmol}$.
4. On en déduit le volume de dihydrogène obtenu théoriquement : $V_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2} \times V_{\text{m}} = 2,5 \times 10^{-3} \times 25 = 62,5 \cdot 10^{-3} \text{ L}$.
 $V_{\text{H}_2} = 62,5 \text{ mL}$, il faudra donc utiliser une éprouvette de 100 mL.
5. Il est probable que le volume mesuré soit un peu différent si l'on ne tient compte ni de la pression, ni de la température du gaz pour estimer le volume molaire, ni du fait que le magnésium utilisé est partiellement oxydé.

Activité 2 page 15

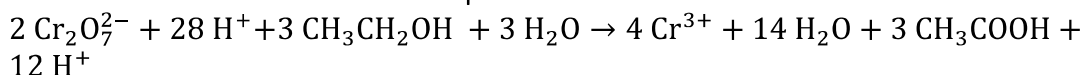
1. Le gaz utilisé pour gonfler l'airbag est le diazote de formule N_2 .
2. La réaction (2) est utilisée pour consommer le sodium, métal extrêmement dangereux. Le fait qu'elle produise du diazote supplémentaire est un avantage mais non le but recherché.
3. Les équations de réaction (3) et (4) montrent que la silice permet de consommer les oxydes de sodium et de potassium, qui sont corrosifs.
4. La quantité de diazote produit est : $n_{\text{N}_2} = \frac{V_{\text{N}_2}}{V_{\text{m}}} = \frac{70}{30} = 2,3 \text{ mol}$.

Activité 3 page 16

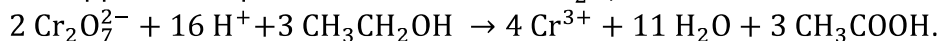
1. Puisque l'alcool est oxydé par l'ion dichromate, nous identifions les réactifs Ox_1 avec $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ et Red_2 avec $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.
Nous réécrivons les demi-équations en mettant les réactifs à gauche :
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 4 \text{H}^+ + 4\text{e}^-$
On ajuste ensuite les coefficients des demi-équations pour obtenir le même nombre d'électrons.



On « additionne » les deux demi-équations :



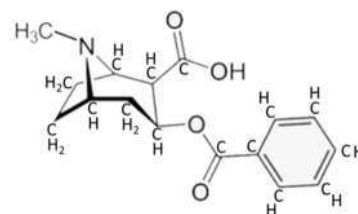
On supprime les spectateurs : 12H^+ et $3 \text{H}_2\text{O}$, et on obtient :



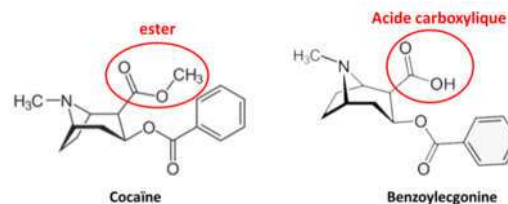
- Lorsque l'alcootest est positif, l'alcool réduit l'ion dichromate, orange, en ion chrome III, vert.

Activité 4 page 17

- Le pic M_3 correspond aux molécules ionisées de plus petite masse molaire donc de plus petite masse. Or, d'après le Doc. 1, les molécules sont d'autant plus déviées par le champ magnétique que leur masse est petite.
- Après avoir écrit explicitement les atomes de carbone et d'hydrogène : on compte bien 16 atomes de carbone, 19 d'hydrogène, 1 d'azote et 4 d'oxygène.



- La fonction ester de la cocaïne a été transformée en acide carboxylique dans la benzoylecgonine.



- La spectroscopie de masse trie les molécules en fonction de leur masse molaire. Une molécule de même masse molaire que la cocaïne, mais qui ne serait pas une molécule de cocaïne, serait déviée exactement de la même façon et donnerait donc un pic au même endroit sur le spectre de masse.

Testez vos connaissances page 20

- C – 2. B – 3. B – 4. C – 5. B – 6. C – 7. B – 8. A – 9. A – 10. A – 11. B.

À vous de jouer ! page 21

1. On désire obtenir 70 L de gaz soit une quantité de matière de diazote $n_{N_2} = \frac{V_{N_2}}{V_m} = \frac{70}{26} = 2,69 \text{ mol}$.
2. D'après l'équation de la réaction il faut faire réagir 10 moles de NaN_3 pour obtenir 16 mol de N_2 . Pour obtenir 1 mol de N_2 , il faut donc $\frac{10}{16}$ moles d'azoture de sodium. La quantité nécessaire d'azoture de sodium est donc $n_{\text{NaN}_3} = 2,69 \times \frac{10}{16} = 1,68 \text{ mol}$.
3. La masse d'azoture de sodium qu'il faut peser est $m_{\text{NaN}_3} = n_{\text{NaN}_3} \times M_{\text{NaN}_3}$.
 $m_{\text{NaN}_3} = 1,68 \times (23 + 3 \times 14) = 109 \text{ g}$.

Corrigés des exercices pages 22 à 25

Recueillir un gaz, mesurer et calculer son volume page 22

Exercice 1

La formule permettant d'exprimer le volume d'un gaz en fonction du volume molaire V_m et de la quantité n est : $V = nV_m$.

En chimie, le volume molaire s'exprime en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$. Dans les conditions ordinaires de température et de pression, il est de l'ordre de $25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Exercice 2

Le volume occupé est de $V = nV_m = 0,65 \times 24 = 15,6 \text{ L}$.

Exercice 3

La quantité de diazote contenue est de $n_{N_2} = \frac{V}{V_m} = \frac{5}{25} = 0,2 \text{ mol} = 200 \text{ mmol}$.

Exercice 4

1. La quantité de fer introduite dans l'acide est $n_{Fe} = \frac{m}{M} = \frac{0,56}{56} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} = 10 \text{ mmol}$.
2. Les coefficients stœchiométriques montrent que : $n_{Fe_{\text{consommé}}} = n_{H_2_{\text{produit}}}$
donc $n_{H_2_{\text{produit}}} = 10 \text{ mmol}$.
Le volume de dihydrogène correspondant est de $V_{H_2} = nV_m = 1,0 \times 10^{-2} \times 23 = 0,23 = 230 \text{ mL}$.

Exercice 5

1. La quantité de permanganate est de $n_{MnO_4^-} = n_{KMnO_4} = \frac{m_{KMnO_4}}{M_{KMnO_4}} = \frac{31,6}{158} = 0,200 \text{ mol} = 200 \text{ mmol}$.
2. Les coefficients stœchiométriques montrent que : $n_{O_2_{\text{produit}}} = \frac{5}{2} n_{MnO_4^-_{\text{consommé}}}$
donc $n_{O_2_{\text{produit}}} = \frac{5}{2} \times 0,200 = 0,500 \text{ mol} = 500 \text{ mmol}$.
3. Le volume de dioxygène correspondant est de $V_{O_2} = nV_m = 0,500 \times 25 = 12,5 \text{ L}$.

Principe de fonctionnement de l'airbag page 22

Exercice 6

Les airbags ont pour but de protéger le conducteur et les passagers en cas de choc violent. L'airbag vient en complément de la ceinture de sécurité. Il sauve des vies : depuis la généralisation des airbags dans les véhicules, on a enregistré une baisse générale de la mortalité sur les routes.

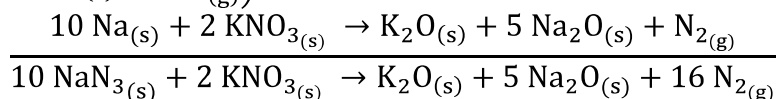
En cas d'accident, il doit se gonfler extrêmement rapidement, c'est pourquoi une réaction chimique explosive produisant un gaz non toxique, le diazote, est exploitée.

Un détonateur déclenche la réaction explosive de décomposition de l'azoture de sodium solide $\text{NaN}_{3(s)}$ qui produit du diazote N_2 et du sodium $\text{Na}_{(s)}$ selon l'équation : $2 \text{NaN}_{3(s)} \rightarrow 2 \text{Na}_{(s)} + 3 \text{N}_{2(g)}$.

Le sodium, très dangereux, est ensuite éliminé par du nitrate de potassium produisant des oxydes de sodium et de potassium eux-mêmes éliminés par de la silice pour aboutir uniquement à des produits **inoffensifs**.

Exercice 7

1. $(2 \text{NaN}_{3(s)} \rightarrow 2 \text{Na}_{(s)} + 3 \text{N}_{2(g)}) \times 5$ car tout le sodium doit être éliminé.



2. Le gaz produit est du diazote N_2 .

3. La quantité de gaz si tous les airbags étaient gonflés serait de $n_{\text{N}_2} = \frac{V_{\text{total}}}{V_m} = \frac{70 + 160 + 2 \times 90 + 4 \times 100}{25} = 32,4 \text{ mol}$.

4. La quantité totale d'azoture de sodium embarquée est de $n_{\text{NaN}_3} = \frac{10}{16} n_{\text{N}_2} = \frac{10}{16} \times 32,4 = 20,2 \text{ mol}$.

5. On trouve dans le tableau périodique $M_{\text{Na}} = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{N}} = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
On a donc $m_{\text{NaN}_3} = n_{\text{NaN}_3} \times M_{\text{NaN}_3} = 20,2 \times 65 = 1,30 \text{ kg}$.

Principe de l'alcootest page 23

Exercice 8

Lors d'un contrôle, le conducteur doit souffler dans un ballon. L'éthanol est détecté à l'aide d'un test colorimétrique, c'est-à-dire en exploitant une réaction chimique avec changement de couleur.

La réaction chimique est une réaction d'oxydoréduction, l'alcool est oxydé par du dichromate de potassium acidifié de couleur orange qui devient vert quand il est réduit.

Les couples Ox/Red et les demi-équations correspondantes sont :

- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+} : 14 \text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} : \text{CH}_3\text{COOH} + 4 \text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

L'équation bilan de la réaction que l'on peut établir en ajoutant les deux demi-équations correctement pondérées et en supprimant les éventuels spectateurs s'écrit : $2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 16 \text{H}^+ + 3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow 4 \text{Cr}^{3+} + 11 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{CH}_3\text{COOH}$

Ce test est très sensible mais ne permet pas toutefois de faire des mesures précises, il est avant tout qualitatif.

Détection de substances illicites page 23

Exercice 9

Le spectromètre de masse permet d'identifier des molécules. Des particules chargées (ions) sont d'autant plus déviées par un champ magnétique que leur charge est élevée et d'autant plus que leur masse molaire M est faible.

À une masse molaire donnée correspond une déviation déterminée, ce qui permet de séparer les molécules ionisées.

Dans le vide, les molécules sont d'abord ionisées puis déviées et détectées. Un ordinateur traite les données et trace le spectre de masse représentant l'abondance A des particules reçues, en fonction de leur masse sur la masse molaire, le plus souvent car $z = 1$ et on préfère s'intéresser à la masse d'une mole de particules.

Pour améliorer la détection on utilise des spectromètres de masse en tandem.

Exercice 10

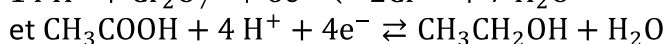
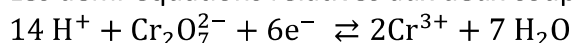
1. Le volume molaire du gaz est $V_m = \frac{RT}{P} = \frac{8,314 \times (25+273)}{101 \times 10^3} = 0,0245 \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 24,5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
2. Le volume molaire dans ces conditions est $V_m = \frac{RT}{P} = \frac{8,314 \times (273)}{1,013 \times 10^5} = 0,0224 \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Exercice 11

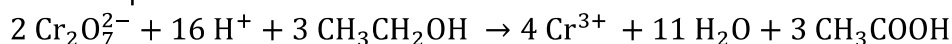
1. Le permanganate serait décoloré jusqu'au repère.
2. L'équation bilan est : $4 \text{MnO}_4^- + 12 \text{H}^+ + 5 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow 4 \text{Mn}^{2+} + 11 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{CH}_3\text{COOH}$.
3. On raisonne sur 1 L d'air : $n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{\text{max}}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{\text{max}}}}{M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}} = \frac{0,22 \times 10^{-3}}{(2 \times 12 + 16 + 6 \times 1)} = 4,8 \times 10^{-6} = 4,8 \text{ } \mu\text{mol}$. Le maximum d'alcool autorisé est donc de $4,8 \text{ } \mu\text{mol}$.
4. Pour oxyder $4,8 \text{ } \mu\text{mol}$ d'éthanol, il faut : $n_{\text{MnO}_4^-} = \frac{4}{5} \times 4,8 = 3,8 \times 10^{-6} = 3,8 \text{ } \mu\text{mol}$.
5. La masse molaire du permanganate de potassium est $M_{\text{KMnO}_4} = M_{\text{K}} + M_{\text{Mn}} + 4 M_{\text{O}} = 39,1 + 54,9 + 4 \times 16 = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
6. La masse de permanganate de potassium nécessaire pour neutraliser les $0,22 \text{ mg}$ d'alcool est de : $m_{\text{KMnO}_4} = n_{\text{KMnO}_4} \times M_{\text{KMnO}_4} = 3,8 \times 10^{-6} \times 158 = 6,0 \times 10^{-4} \text{ g} = 600 \text{ } \mu\text{g}$.
7. Le trait indiquant la limite se trouve au 1^{er} tiers. Il faudra donc introduire une masse de permanganate de potassium trois fois supérieure : $m_{\text{KMnO}_4 \text{ totale}} = 3 \times 6,0 \times 10^{-4} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ g} = 1,8 \text{ mg}$.

Exercice 12

Les demi-équations relatives aux deux couples s'écrivent :



Dont on tire l'équation bilan :



À la valeur limite à 0,50 g/L d'alcool dans le sang, on lit la valeur correspondante 0,22 mg/L d'air expiré sur le graphe.

Ce qui correspond à $n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}} = \frac{0,22 \times 10^{-3}}{(2 \times 12 + 16 + 6 \times 1)} = 4,8 \times 10^{-6} \text{mol}$.

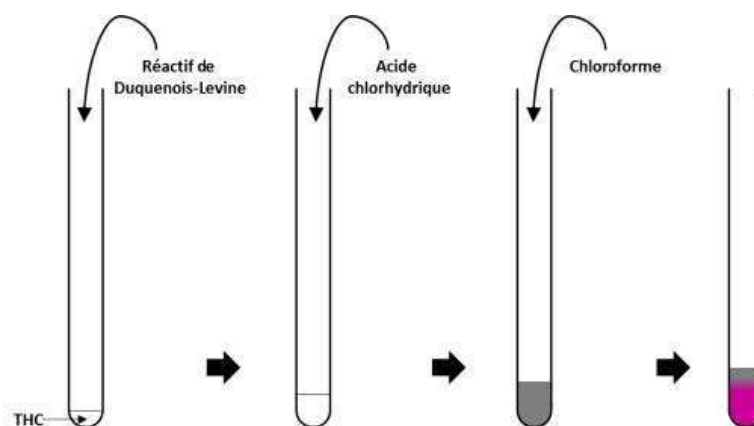
Pour oxyder $4,8 \times 10^{-6} \text{mol}$ d'éthanol, il faut $n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{2}{3} \times 4,8 \times 10^{-6} = 3,2 \times 10^{-6} \text{mol} = 3,2 \mu\text{mol}$.

On lit : $M_{\text{K}} = 39,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{Cr}} = 52,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ dans le tableau périodique. On en déduit la masse de dichromate de potassium dans le 1^{er} du tube : $m_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = n_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times M_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 3,2 \times 10^{-6} \times (2 \times 39,1 + 2 \times 52,0 + 7 \times 16,0) = 9,4 \times 10^{-4} \text{g}$. On a donc $m_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 940 \mu\text{g}$.

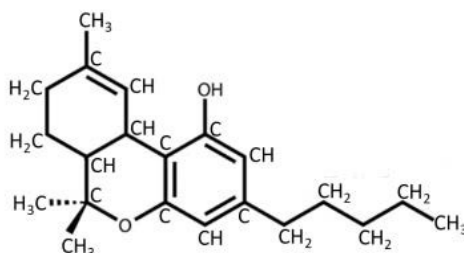
Dans le tube entier : $3 \times 940 = 2,8 \text{ mg}$.

Exercice 13

- Le schéma annoté décrivant le test de Duquenois-Lévine est :



- On compte bien 21 C, 30 H et 2 O.

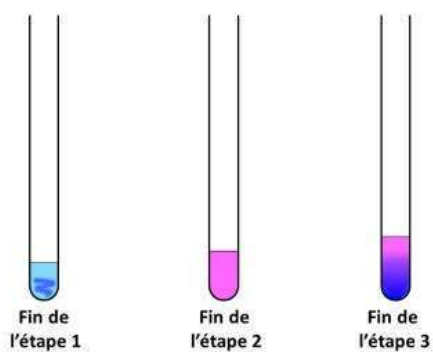


- La masse molaire du THC est : $M_{\text{THC}} = 21 \times 12,0 + 30 \times 1,0 + 2 \times 16,0 = 314 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Le pic correspondant au THC est donc le pic d.

Exercice 14

- L'allure des trois tubes à essai obtenus à la fin de chaque étape dans le cas où le test de Scott est positif est :



2. On retrouve les bandes caractéristiques de la cocaïne 1 450, 1 700, 1 740 et 2 950 dans le spectre infrarouge de la substance analysée.
La substance analysée contient donc de la cocaïne mélangée avec d'autres substances puisqu'on observe d'autres bandes d'absorption.
3. Il y a une très forte présomption de présence de cocaïne.