

Exercices bilan de matière

Exercice expérience de Lavoisier

En 1775, Antoine-Laurent Lavoisier montra par une expérience que le dioxygène est l'un des constituants de l'air. Pour réaliser cette expérience, il utilisa une masse $m_{\text{Hg},i} = 122,0$ g de mercure (Hg) et un volume d'air qui comprenait une masse $m_{\text{O}_2,i} = 0,18$ g de dioxygène.

Il obtint une masse $m = 2,38$ g d'oxyde de mercure (II) (HgO).

L'équation de la réaction s'écrit : $2 \text{Hg}(\ell) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HgO}(\text{s})$.

- 1 Calculer les quantités initiales de mercure et de dioxygène.
- 2 Déterminer le réactif limitant. On peut s'aider d'un tableau d'avancement.
- 3 Calculer la quantité d'oxyde de mercure (II) formée puis la masse correspondante et montrer que le résultat est conforme à celui obtenu par Lavoisier.

DONNÉES Masses molaires : $M(\text{Hg}) = 200,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Exercice synthèse de l'éthanoate de linalyle

L'éthanoate de linalyle est l'un des principaux composés de l'huile essentielle de lavande, très utilisée en parfumerie.

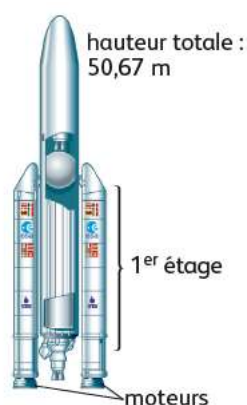
Dans un ballon, on introduit un volume $V = 10,0$ mL d'anhydride éthanoïque (de formule brute $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$), un volume $V' = 5,0$ mL de linalol (de formule brute $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$) et quelques grains de pierre ponce. On chauffe à reflux pendant trente minutes. On obtient de l'acétate de linalyle (de formule brute $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$) et de l'acide acétique (de formule brute $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).

- a. Écrire l'équation de la réaction.
- b. Calculer les quantités de matière initiales.
- c. Déterminer le réactif limitant.
- d. Déterminer le volume d'éthanoate de linalyle obtenu.

DONNÉES Masses volumiques en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$: anhydride éthanoïque $\rho_A = 1,08$; linalol : $\rho_L = 0,87$; éthanoate de linalyle : $\rho_E = 0,89$.

Exercice propulsion d'une fusée

Le premier étage de la fusée Ariane IV est équipé de moteurs qui utilisent la diméthylhydrazine $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ (DMHA), comme combustible et le tétraoxyde de diazote N_2O_4 comme comburant. Ces espèces chimiques réagissent entre elles à l'état gazeux. Les produits de cette réaction sont du diazote, de l'eau et du dioxyde de carbone, tous à l'état gazeux. La fusée emporte une masse $m = 50,0$ tonnes de DMHA et une masse m' de N_2O_4 .

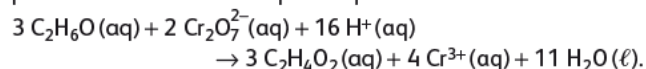


- a. Écrire l'équation de la réaction.
- b. Calculer la quantité initiale de DMHA.
- c. On note $n_{\text{N}_2\text{O}_4,i}$ la quantité de matière initiale de N_2O_4 . En déduire la valeur de $n_{\text{N}_2\text{O}_4,i}$ pour que le mélange initial soit stœchiométrique. Décrire, dans ces conditions, le système dans l'état final.

Alcoolémie

Pour mesurer la quantité d'alcool (éthanol, de formule brute $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) dans le sang, on réalise un prélèvement, puis on décolore le sang.

On détermine alors la quantité d'alcool présente dans le sang à partir de la réaction chimique d'équation suivante :



Doc. 1 Couleur

Espèces chimiques	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Cr^{3+}	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
Couleur en solution aqueuse	incolore	orangé	vert	incolore

Doc. 2 Protocole expérimental

Mélanger un volume $V_1 = 2,0$ mL de sang avec un volume $V_2 = 10,0$ mL d'une solution aqueuse acidifiée de dichromate de potassium ($2 \text{K}^+(\text{aq}), \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$) de concentration molaire $c_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Le volume total du mélange réactionnel est :

$$V = V_1 + V_2 = 12,0 \text{ mL}$$

Agiter et placer rapidement un prélèvement du mélange réactionnel dans une cuve du spectrophotomètre.

Doc. 3 Spectrophotométrie

La longueur d'onde de travail est déterminée grâce aux spectres d'absorption ; elle est égale à 420 nm.

La préparation d'une gamme d'étalonnage a permis d'établir une relation entre l'absorbance A_{420} et la concentration $c'_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$: $A_{420} = k \times c'_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$ avec $k = 150 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- a. Expliquer pourquoi on peut suivre l'évolution du système par spectrophotométrie.
- b. Construire le tableau d'avancement en désignant par n_0 la quantité initiale d'alcool présent dans les 2,0 mL de sang et par n_1 la quantité initiale en ions dichromate introduits dans le mélange réactionnel.
- c. Calculer la valeur de n_1 .
- d. Calculer l'avancement maximal x_{max} en supposant que $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ est le réactif limitant.
- e. Quelle relation existe entre l'avancement x de la réaction, la concentration en ions dichromate $c'_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$ dans le mélange, le volume V du mélange réactionnel, et la quantité de matière n_1 ?
- f. Déduire de la relation établie précédemment que l'avancement x est lié à l'absorbance A_{420} par la relation :
$$x = (10 - 4 \times A_{420}) \times 10^{-5} \text{ mol}.$$
- g. La valeur de l'absorbance dans l'état final est 2,39. Calculer l'avancement maximal. Conclure que le réactif limitant est l'éthanol.
- h. Calculer la quantité d'éthanol, puis la masse d'éthanol présente dans 2,0 mL de sang du conducteur.