

Contrôle B Transformations chimiques

Pluies acides sur une statue, élévation de température et réactif limitant

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Les résultats numériques sont donnés avec leur unité et un nombre de chiffres adapté. Toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Exercice 1 Vrai ou faux ?

4 pts ●●○

Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, puis justifier la réponse par une phrase ou un calcul.

- 1.1 « D'après l'équation $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, 2 g de dihydrogène réagissent avec 1 g de dioxygène. »
- 1.2 « Au cours d'une transformation chimique dans un flacon fermé, la masse totale du système se conserve. »
- 1.3 « Un mélange de 0,60 mol de méthane CH_4 et de 1,2 mol de dioxygène est stœchiométrique pour la combustion complète du méthane. »
- 1.4 « Lors d'une transformation exothermique, si l'on double la quantité du réactif en excès, l'élévation de température est doublée. »

Exercice 2 Une statue sous les pluies acides

8 pts ●●○

Les fumées des centrales thermiques et des moteurs rejettent du dioxyde de soufre SO_2 , qui se transforme dans l'atmosphère et rend les pluies acides : elles contiennent des ions hydrogène H^+ . Ces pluies attaquent le calcaire (carbonate de calcium CaCO_3) des statues et des monuments : il se forme des ions calcium Ca^{2+} , du dioxyde de carbone et de l'eau.

■ **DONNÉES** $n = N/N_A$ avec $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ • $N = m/m_{\text{entité}}$ • $m_{\text{CaCO}_3} = 1,66 \times 10^{-25} \text{ kg}$

- 2.1 Écrire et ajuster l'équation de l'action de la pluie acide sur le calcaire. Vérifier la conservation de la charge.
- 2.2 Pour vérifier qu'une pierre est du calcaire, un géologue réalise l'expérience de la figure 1. Qu'observe-t-il dans le tube 1 ? dans le tube 2 ? Conclure.

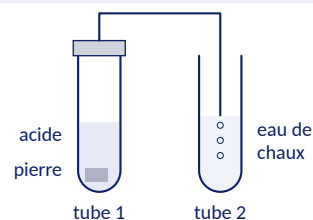


Figure 1 — Test de la pierre

On étudie une statue en calcaire de masse 500 kg, placée en plein air. Elle reçoit chaque année 800 L de pluie ; chaque litre de pluie apporte $2,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$ d'ions H^+ . On admet que tous ces ions réagissent avec le calcaire.

- 2.3 Calculer la quantité de matière d'ions H^+ reçue par la statue en un an, puis la quantité de matière de calcaire que contient la statue. Quel est le réactif limitant ?
- 2.4 Calculer la quantité de matière de calcaire dissous en un an, puis la masse correspondante.
- 2.5 Quelle masse de calcaire la statue perd-elle en un siècle ? Cette perte vous semble-t-elle faible ? Pourquoi est-elle pourtant très visible sur les visages et les détails sculptés ?
- 2.6 Dans l'atmosphère, le dioxyde de soufre réagit avec le dioxygène et l'eau pour former des ions hydrogène H^+ et des ions sulfate SO_4^{2-} . Ajuster l'équation $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$.

Exercice 3 Chauffer avec du magnésium

8 pts ●●●

Dans un gobelet isolant, on verse de l'acide chlorhydrique contenant $n(\text{H}^+) = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ d'ions hydrogène et autant d'ions chlorure. On ajoute une masse m de poudre de magnésium Mg et on relève l'élévation maximale de température $\Delta\theta$. On recommence avec différentes masses, en utilisant chaque fois un gobelet neuf du même acide. Il se forme des ions Mg^{2+} et du dihydrogène. Les résultats sont reportés sur la figure 2.

■ **DONNÉES** $n = N/N_A$ avec $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ • $N = m/m_{\text{entité}}$ • $m_{\text{Mg}} = 4,04 \times 10^{-26} \text{ kg}$

- 3.1 Écrire et ajuster l'équation de la réaction. La transformation est-elle endothermique ou exothermique ?
- 3.2 Décrire l'allure du graphique. Quel est le réactif limitant pour $m = 0,10 \text{ g}$? Pourquoi $\Delta\theta$ augmente-t-elle alors avec m ?
- 3.3 Pourquoi $\Delta\theta$ n'augmente-t-elle plus au-delà d'une certaine masse ? Quel est alors le réactif limitant ?

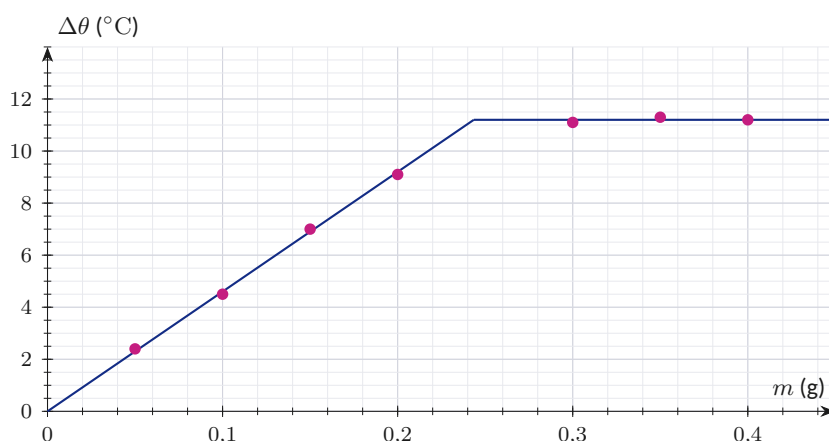


Figure 2 — Élévation maximale de température en fonction de la masse de magnésium (points de mesure et droites modélisant les résultats)

- 3.4 Déterminer graphiquement la masse m_S de magnésium pour laquelle le mélange initial est stœchiométrique.
- 3.5 Calculer la quantité de matière de magnésium contenue dans la masse m_S . Vérifier que ce résultat est cohérent avec la quantité d'ions H^+ introduite.
- 3.6 Pour $m = 0,40 \text{ g}$, calculer la quantité de magnésium restante en fin de transformation et la quantité de dihydrogène formé.
- 3.7 On recommence l'étude avec un acide contenant deux fois plus d'ions H^+ dans le même volume. Pour quelle masse de magnésium le mélange serait-il stœchiométrique ? Quelle serait la valeur de $\Delta\theta$ sur le palier ? Justifier.
- 3.8 Avec l'acide initial, un élève affirme : « Pour obtenir une élévation de température de 20 °C , il suffit d'ajouter $0,45 \text{ g}$ de magnésium. » Discuter cette affirmation. Quelle masse faut-il ajouter pour obtenir $\Delta\theta = 5,0 \text{ °C}$?