Corrigé et barème – Transformations chimiques : équation et réactif limitant

Le système chimique, réactifs, produits et espèces spectatrices ; l'écriture et l'ajustement d'une équation de réaction, la conservation des éléments, de la charge et de la masse ; la stœchiométrie et le réactif limitant, par le calcul et à partir de l'état final ; les transformations exothermiques et endothermiques et l'influence de la masse du réactif limitant.

Durée : 60 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-Chimie (2nde) 2nde

Exercice 1 – Une lame de zinc dans une solution d'ions argent ★★ *(5 pts)*

a) Réactifs : le zinc Zn (la lame est rongée) et les ions Ag^+ (ils ont disparu). Produits : l'argent Ag (le dépôt) et les ions Zn^{2+} (apparus). (1)

b) Les ions $\mathbf{NO_3^-}$ sont en même quantité à l'état initial et à l'état final : ils ne sont pas modifiés, c'est l'espèce spectatrice. (1)

c) $\mathbf{Zn(s) + 2\ Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\ Ag(s)}$. Zn : $1 = 1$; Ag : $2 = 2$; charge : $2 \times (+1) = +2$ à gauche, $+2$ à droite. (1)

d) Les ions chlorure ne donnent plus de précipité : il ne reste plus d'ions Ag^+. Il reste du zinc (la lame n'a été que rongée). Les ions $\mathbf{Ag^+}$ sont limitants, le zinc est en excès. (1)

e) $N = 0{,}196 \div (1{,}086 \times 10^{-22}) \approx 1{,}80 \times 10^{21}$ atomes ; $n(Zn) = 1{,}80 \times 10^{21} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{3{,}00 \times 10^{-3}\ mol}$. 1 mol de Zn forme 2 mol de Ag : $n(Ag) = 2 \times 3{,}00 \times 10^{-3} = \mathbf{6{,}00 \times 10^{-3}\ mol}$. (1)

Le point clé — Un test négatif sur un réactif à l'état final désigne le réactif limitant ; un réactif encore visible (la lame) est en excès.

Exercice 2 – Ajuster des équations ★★ *(5 pts)*

a) $\mathbf{P_4 + 5\ O_2 \rightarrow P_4O_{10}}$ (P : $4 = 4$; O : $10 = 10$). (1)

b) $\mathbf{C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O}$ (C : $6 = 6$; H : $12 = 12$; O : $6 + 12 = 18 = 12 + 6$). (1)

c) $\mathbf{Al^{3+} + 3\ HO^- \rightarrow Al(OH)_3}$; charge : $3 \times (-1) = -3$, et $+3 - 3 = 0$ à gauche ; 0 à droite. (1)

d) Il a modifié un indice : $NaCl_2$ n'est pas le chlorure de sodium, c'est une autre formule. On n'ajuste qu'avec les nombres stœchiométriques : $\mathbf{2\ Na + Cl_2 \rightarrow 2\ NaCl}$. (1)

e) Le flacon est fermé : la masse se conserve (Lavoisier). $m(P_4O_{10}) = 1{,}24 + 1{,}60 = \mathbf{2{,}84\ g}$. (1)

Erreur fréquente — Toucher aux indices pour ajuster : on change alors d'espèce. On ne joue que sur les nombres stœchiométriques.

Exercice 3 – Du charbon de bois dans un flacon de dioxygène ★★ *(5 pts)*

a) $N = m \div m_C = 0{,}90 \div (1{,}99 \times 10^{-23}) \approx \mathbf{4{,}52 \times 10^{22}\ atomes}$. (1)

b) $n(C) = N \div N_A = 4{,}52 \times 10^{22} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{7{,}51 \times 10^{-2}\ mol}$. (1)

c) Les deux nombres stœchiométriques valent 1 : on compare directement. $n(O_2) = 6{,}4 \times 10^{-2}$ mol $<$ $n(C) = 7{,}51 \times 10^{-2}$ mol : le **dioxygène est limitant**. (1)

d) 1 mol de O_2 forme 1 mol de CO_2 : $n(CO_2) = \mathbf{6{,}4 \times 10^{-2}\ mol}$. (1)

e) Il est consommé autant de carbone que de dioxygène : il reste $7{,}51 \times 10^{-2} - 6{,}4 \times 10^{-2} \approx \mathbf{1{,}1 \times 10^{-2}\ mol\ de\ carbone}$. (1)

Repère — Quand tous les nombres stœchiométriques valent 1, les quotients sont les quantités elles-mêmes : on compare directement les quantités de matière, jamais les masses.

Exercice 4 – Un acide, une base et le thermomètre ★★★ *(5 pts)*

a) $\Delta\theta = 24{,}1 - 18{,}6 = +5{,}5\ ^\circ\text{C}$: la température augmente, la transformation libère de l'énergie thermique, elle est **exothermique**. (1)

b) Les ions $\mathbf{Na^+}$ **et** $\mathbf{Cl^-}$, ni consommés ni formés. (1)

c) $\text{pH} = 1$: le milieu final est acide, il reste des ions H^+, en excès. Ce sont donc les ions $\mathbf{HO^-}$ qui sont limitants. (1)

d) Nombres stœchiométriques égaux à 1 : $4{,}0 \times 10^{-2} < 5{,}0 \times 10^{-2}$, les ions HO^- sont bien limitants. Il reste $5{,}0 \times 10^{-2} - 4{,}0 \times 10^{-2} = \mathbf{1{,}0 \times 10^{-2}\ mol\ d'ions\ H^+}$. (1)

e) Les ions HO^- restent limitants ($2{,}0 \times 10^{-2} < 5{,}0 \times 10^{-2}$) et le volume total est le même. L'énergie libérée est proportionnelle à la quantité de réactif limitant consommée, deux fois plus petite : $\Delta\theta \approx 5{,}5 \div 2 \approx \mathbf{2{,}8\ ^\circ C}$. (1)

Astuce — Pour un même volume de mélange, $\Delta\theta$ suit la quantité de réactif limitant : moitié moins de réactif limitant, moitié moins d'élévation de température.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).