Corrigé et barème – modéliser les transformations chimiques : formules, conservation de la masse et équations — niveau ★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Chimie 4e

Exercice 1 – L'urée, un engrais *(5 pts)*

a) $1 + 4 + 2 + 1 = $ **8 atomes** (0,5 pt). Chaque molécule contient 2 atomes d'azote : $50 \times 2 = $ **100 atomes d'azote**. (0,5 pt) (1)

b) $CO_2 + NH_3 \rightarrow CH_4N_2O + H_2O$; azote : 1 à gauche, 2 à droite, je mets 2 devant NH_3 : $\mathbf{CO_2 + 2\ NH_3 \rightarrow CH_4N_2O + H_2O}$ (0,5 pt). Vérification : C 1 et 1 ; O 2 et $1 + 1 = 2$; N 2 et 2 ; H 6 et $4 + 2 = 6$. (0,5 pt) (1)

c) 500 fois l'équation : $2 \times 500 = $ **1 000 molécules d'ammoniac** (0,5 pt) et **500 molécules de dioxyde de carbone**. (0,5 pt) (1)

d) Eau : $44 + 34 - 60 = $ **18 g** (0,5 pt). Les coefficients comptent des molécules, pas des grammes : l'équation demande deux fois plus de molécules d'ammoniac, mais le bilan de référence donne 34 g d'ammoniac pour 44 g de dioxyde de carbone, moins en masse, car une molécule NH_3 est plus légère qu'une molécule CO_2. (0,5 pt) (1)

e) $1\,500 \div 60 = 25$: tout est multiplié par 25 (0,5 pt). Dioxyde de carbone : $44 \times 25 = $ **1 100 t** ; ammoniac : $34 \times 25 = $ **850 t** ; eau : $18 \times 25 = $ **450 t** (vérification : $1\,100 + 850 = 1\,950 = 1\,500 + 450$). (0,5 pt) (1)

Méthode — je cherche le nombre par lequel multiplier (masse donnée ÷ masse du bilan de référence), puis je multiplie toutes les masses par ce nombre et je vérifie avec la conservation de la masse.

Exercice 2 – Le gaz des siphons à chantilly *(4 pts)*

a) Le symbole N apparaît deux fois, il faut additionner : **2 atomes d'azote**, 4 d'hydrogène et 3 d'oxygène, 9 atomes en tout (0,5 pt). Trois unités : **3 $\mathbf{NH_4NO_3}$**, le coefficient devant, qui contiennent $3 \times 4 = $ **12 atomes d'hydrogène**. (0,5 pt) (1)

b) Hydrogène : 4 à gauche, 2 dans H_2O, je mets 2 devant H_2O : $\mathbf{NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2\ H_2O}$ (0,5 pt). Tableau : N 2 et 2 ; H 4 et $2 \times 2 = 4$; O 3 et $1 + 2 = 3$. (0,5 pt) (1)

c) Non : les deux gaz formés sont sortis du réacteur, qui est un système ouvert ; leurs atomes viennent du nitrate (0,5 pt). Masse des réactifs consommés = masse des produits formés : $80 - 36 = $ **44 kg** de protoxyde d'azote. (0,5 pt) (1)

d) D'après l'équation, 1 NH_4NO_3 donne 1 N_2O et 2 H_2O : **50 molécules $\mathbf{N_2O}$** et **100 molécules $\mathbf{H_2O}$** (0,5 pt). Hydrogène : avant, $50 \times 4 = 200$ atomes ; après, $100 \times 2 = 200$ atomes. (0,5 pt) (1)

Piège — dans une formule où un symbole apparaît deux fois, comme NH_4NO_3, on additionne : l'indice ne compte que le symbole juste avant lui, et chaque N sans indice vaut 1.

Exercice 3 – Ajuster quatre équations *(4 pts)*

a) Carbone : 6 et 3, je mets 2 devant $C_3H_6O_3$: $\mathbf{C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_3H_6O_3}$ (0,5 pt). C 6 et 6 ; H 12 et 12 ; O 6 et 6. (0,5 pt) (1)

b) Fer : 2 Fe ; oxygène : 3 H_2O ; hydrogène : 3 H_2 : $\mathbf{Fe_2O_3 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ Fe + 3\ H_2O}$; Fe 2 et 2 ; O 3 et 3 ; H 6 et 6 (0,5 pt). Les 3 atomes d'oxygène du minerai se retrouvent dans les 3 molécules d'eau : ils ne disparaissent pas. (0,5 pt) (1)

c) Chlore : 4 à gauche, je mets 4 devant HCl ; hydrogène : 4 à droite, je mets 2 devant H_2O : $\mathbf{SiCl_4 + 2\ H_2O \rightarrow SiO_2 + 4\ HCl}$ (0,5 pt). Si 1 et 1 ; Cl 4 et 4 ; H 4 et 4 ; O 2 et 2. (0,5 pt) (1)

d) Phosphore : 4 à gauche, je mets 4 devant H_3PO_4 ; hydrogène : 12 à droite, je mets 6 devant H_2O : $\mathbf{P_4O_{10} + 6\ H_2O \rightarrow 4\ H_3PO_4}$ (0,5 pt). P 4 et 4 ; H 12 et 12 ; O $10 + 6 = 16$ et $4 \times 4 = 16$. (0,5 pt) (1)

Méthode — je commence par l'élément qui n'est que dans une espèce de chaque côté ; je garde pour la fin l'élément présent dans deux espèces du même côté (souvent l'oxygène), et je recompte à chaque coefficient.

Exercice 4 – Le gaz roux *(4 pts)*

a) Oxygène : $1 + 2 = 3$ à gauche, 2 à droite ; je mets 2 devant NO_2 (4 O à droite), puis 2 devant NO pour l'azote : $\mathbf{2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2}$ (0,5 pt). N 2 et 2 ; O $2 + 2 = 4$ et $2 \times 2 = 4$. (0,5 pt) (1)

b) Pour 4 NO, il faut $4 \div 2 = 2$ O_2 ; on en a 3, c'est assez (0,5 pt). Le **monoxyde d'azote est limitant**, alors qu'il y en a plus que de dioxygène. (0,5 pt) (1)

c) Les 4 NO réagissent avec 2 O_2 : à la fin, **4 molécules NO_2** et **1 molécule O_2** en excès (0,5 pt). Azote : 4 avant, $4 \times 1 = 4$ après ; oxygène : $4 + 3 \times 2 = 10$ avant, $4 \times 2 + 2 = 10$ après. (0,5 pt) (1)

d) 3,0 g = 6,0 g ÷ 2 : il faut $3{,}2 \div 2 = 1{,}6$ g de dioxygène, on en a 3,2 g, donc NO est limitant et il se forme $9{,}2 \div 2 =$ **4,6 g** de NO_2 (0,5 pt). Dioxygène restant : $3{,}2 - 1{,}6 =$ **1,6 g** ; contenu final : $4{,}6 + 1{,}6 =$ **6,2 g** $= 3{,}0 + 3{,}2$, comme au début, car le flacon est fermé. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — désigner comme limitant le réactif dont on a le moins de molécules : il faut toujours calculer ce qu'il faudrait de l'autre réactif avec les coefficients.

Exercice 5 – L'hydrazine des satellites *(3 pts)*

a) Bleu = azote, blanc = hydrogène : 2 N et $2 \times 2 = 4$ H, $\mathbf{N_2H_4}$ (0,5 pt). Corps pur **composé** : deux sortes d'atomes. (0,5 pt) (1)

b) $N_2H_4 \rightarrow NH_3 + N_2$; hydrogène : 4 et 3, je vise 12 : 3 N_2H_4 et 4 NH_3 ; azote : 6 à gauche, $4 + 2 = 6$ à droite : $\mathbf{3\ N_2H_4 \rightarrow 4\ NH_3 + N_2}$ (0,5 pt). Vérification : N 6 et 6 ; H 12 et 12. (0,5 pt) (1)

c) Avant : $3 \times 2 =$ **6 bleues** et $3 \times 4 =$ **12 blanches** ; après : $4 + 2 = 6$ bleues et $4 \times 3 = 12$ blanches, les mêmes boules (0,5 pt). Ce qui change : leur assemblage, donc les molécules, et leur nombre (3 avant, 5 après). (0,5 pt) (1)

Astuce — une équation ajustée se « construit » avec une boîte de modèles : on démonte les molécules des réactifs et on remonte celles des produits sans ajouter ni retirer aucune boule.

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).