

Chapitre 4

Détermination des formules et des compositions

Détermination de la composition centésimale à partir de la formule :

La formule chimique exprime le nombre d'atomes des différents éléments d'un corps pur composé. Dans un composé, il existe donc des relations fixes entre les masses de ses divers éléments, ou bien entre la masse d'un élément quelconque à la masse totale du composé. La composition en pourcentage de masse d'un élément par rapport à la masse totale du composé est appelée la **composition centésimale**.

Exemple de calcul :

On veut déterminer la composition centésimale de l'oxyde d'aluminium Al_2O_3 .

On sait que : 1 mol de Al_2O_3 contient 2 mol de Al et 3 mol de O

donc : 102 g de Al_2O_3 contiennent 2.27 g de Al et 3.16 g de O

et : 102 g de Al_2O_3 contiennent 54 g de Al et 48 g de O.

$$\text{Pourcentage d'aluminium : } \frac{54[\text{g}] \cdot 100}{102[\text{g}]} = 52,94\%$$

$$\text{Pourcentage d'oxygène : } \frac{48[\text{g}] \cdot 100}{102[\text{g}]} = 47,06\%$$

Détermination de la formule à partir de la composition :

Un des buts de l'analyse quantitative élémentaire est la détermination de la formule chimique. A partir de la composition d'un composé, on peut déterminer sa formule empirique (tirée de l'expérience).

Exemple de calcul :

Un hydrocarbure (composé organique constitué uniquement de C et de H) est formé de : 85,63% de C et 14,37% de H. Déterminer sa formule empirique.

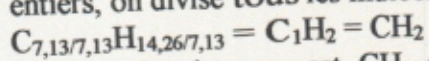
On calcule le nombre de moles de chaque élément dans 100 g de composé :

$$n_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{A_{\text{C}}} = \frac{85,63[\text{g}]}{12,01[\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}]} = 7,13 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{m_{\text{H}}}{A_{\text{H}}} = \frac{14,37[\text{g}]}{1,01[\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}]} = 14,26 \text{ mol}$$

On pourrait écrire la formule $\text{C}_{7,13}\text{H}_{14,26}$ qui représente le nombre de moles de chaque élément dans le composé. Cependant, on veut une formule qui exprime le nombre relatif d'atomes de

chaque élément. Les indices doivent donc être des nombres entiers. pour obtenir des nombres entiers, on divise tous les indices par le plus petit des indices (diviseur commun).



La formule obtenue est CH_2 mais ne correspond à aucun hydrocarbure. Les différentes formules moléculaires correspondantes sont :

C_2H_4 , C_3H_6 , C_4H_8 , ... représentées par $(CH_2)_n$ où $n = 1, 2, 3 \dots$

Analyse et synthèse :

On appelle **analyse** la séparation d'un composé chimique et **synthèse** sa formation.

L'analyse permet d'identifier et de séparer les éléments constitutifs d'une matière inconnue.

Une analyse est dite **qualitative** lorsqu'elle se contente de déterminer la nature des éléments constitutifs de la substance. Elle est dite **quantitative** lorsqu'elle permet de déterminer la quantité de chaque constituant de l'échantillon dont on connaît généralement la composition qualitative.

Un **synthèse** est un procédé qui permet de produire une nouvelle substance par réaction chimique.

Exercices :

4.1. Déterminer la composition centésimale :

a) de l'eau :

b) du gaz carbonique :

c) du $CaCO_3$:

4.2. Le fer naturel se trouve principalement dans les trois minerais suivants :

- la pyrite, de formule chimique FeS_2

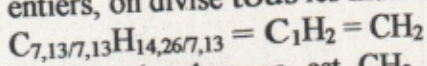
- l'hématite de formule Fe_2O_3 et

- la magnétite de formule Fe_3O_4 .

a) Déterminer les compositions centésimales de chacun des minerais.

b) Lequel de ces minerais contient la plus grande proportion en fer ?

chaque élément. Les indices doivent donc être des nombres entiers. pour obtenir des nombres entiers, on divise tous les indices par le plus petit des indices (diviseur commun).



La formule obtenue est CH_2 mais ne correspond à aucun hydrocarbure. Les différentes formules moléculaires correspondantes sont :

$C_2H_4, C_3H_6, C_4H_8, \dots$ représentées par $(CH_2)_n$ où $n = 1, 2, 3 \dots$

Analyse et synthèse :

On appelle **analyse** la séparation d'un composé chimique et **synthèse** sa formation.

L'analyse permet d'identifier et de séparer les éléments constitutifs d'une matière inconnue.

Une analyse est dite **qualitative** lorsqu'elle se contente de déterminer la nature des éléments constitutifs de la substance. Elle est dite **quantitative** lorsqu'elle permet de déterminer la quantité de chaque constituant de l'échantillon dont on connaît généralement la composition qualitative.

Un **synthèse** est un procédé qui permet de produire une nouvelle substance par réaction chimique.

Exercices :

4.1. Déterminer la composition centésimale :

a) de l'eau : H_2O : $M_{H_2O} = 2 \cdot M_H + M_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g/mol}$

$$\%H = \frac{2 \cdot M_H}{M_{H_2O}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 1}{18} \cdot 100 = 11,11\% \quad \%O = \frac{M_O}{M_{H_2O}} \cdot 100 = \frac{16}{18} \cdot 100 = 88,89\%$$

b) du gaz carbonique :

$$M_{CO_2} = M_C + 2 \cdot M_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g/mol} \quad \%C = \frac{M_C}{M_{CO_2}} \cdot 100 = \frac{12}{44} \cdot 100 = 27,27\% \quad \%O = \frac{2 \cdot 16}{44} \cdot 100 = 72,73\%$$

c) du $CaCO_3$: $M_{CaCO_3} = M_{Ca} + M_C + 3 \cdot M_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ g/mol}$

$$\%Ca = \frac{40}{100} \cdot 100 = 40\% \quad \%C = \frac{12}{100} \cdot 100 = 12\% \quad \%O = \frac{3 \cdot 16}{100} \cdot 100 = 48\%$$

4.2. Le fer naturel se trouve principalement dans les trois minerais suivants :

- la pyrite, de formule chimique FeS_2
- l'hématite de formule Fe_2O_3 et
- la magnétite de formule Fe_3O_4 .

a) Déterminer les compositions centésimales de chacun des minerais.

$$M_{FeS_2} = M_{Fe} + 2 \cdot M_S = 56 + 2 \cdot 32 = 120 \text{ g/mol}$$

$$\%Fe = \frac{56}{120} \cdot 100 = 46,6\%$$

$$\%S = \frac{2 \cdot 32}{120} \cdot 100 = 53,3\%$$

$$M_{Fe_2O_3} = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \text{ g/mol}$$

$$\%Fe = \frac{2 \cdot 56}{160} \cdot 100 = 70\%$$

$$\%O = \frac{3 \cdot 16}{160} \cdot 100 = 30\%$$

$$M_{Fe_3O_4} = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232 \text{ g/mol}$$

$$\%Fe = \frac{3 \cdot 56}{232} \cdot 100 = 72,4\%$$

$$\%O = \frac{4 \cdot 16}{232} \cdot 100 = 27,6\%$$

b) Lequel de ces minerais contient la plus grande proportion en fer ?

