Dénombrer les entités : la mole

Fiche méthode

(Physique-chimie 2de · Constitution et transformations de la matière · Compter les entités dans un échantillon de matière)

La démarche pour toute question de comptage

1. Je nomme l'entité (atome, molécule, entité ionique) et j'écris sa formule brute.

2. Je calcule la masse d'une entité en additionnant les masses de ses atomes.

3. Je ramène l'échantillon à la masse de l'espèce, dans la même unité (souvent le kg) : $m = \rho \times V$ pour un liquide, pourcentage × masse pour un mélange.

4. Je compte puis je range en moles : $N = m \div m(\text{entité})$, $n = N \div N_A$, et je vérifie les ordres de grandeur.

Le réflexe — N est énorme et sans unité, n est un nombre usuel en mol : un résultat qui ne respecte pas ces ordres de grandeur cache une erreur de conversion ou une division à l'envers.

Cas 1 · Calculer la masse d'une entité

Réflexe — je lis les indices de la formule brute, je multiplie chaque masse d'atome par son nombre et j'additionne.

Exemple. Masse de l'ion ammonium NH_4^+ (N : $2{,}33 \times 10^{-26}$ kg ; H : $1{,}67 \times 10^{-27}$ kg).

$m = 2{,}33 \times 10^{-26} + 4 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 2{,}33 \times 10^{-26} + 0{,}668 \times 10^{-26} = \mathbf{3{,}00 \times 10^{-26}\ kg}$.

L'électron perdu ne compte pas.

Attention — ramener les termes à la même puissance de dix avant d'additionner.

Cas 2 · Compter les entités d'un échantillon

Réflexe — $N = m \div m(\text{entité})$, les deux masses dans la même unité.

Exemple. Une puce de silicium pur de 0,233 g (atome Si : $4{,}66 \times 10^{-26}$ kg). Nombre d'atomes ?

$m = 2{,}33 \times 10^{-4}$ kg.

$N = 2{,}33 \times 10^{-4} \div (4{,}66 \times 10^{-26}) = \mathbf{5{,}00 \times 10^{21}\ atomes}$.

Attention — des grammes non convertis donnent un N 1 000 fois trop grand.

Cas 3 · Passer du nombre d'entités à la mole

Réflexe — $n = N \div N_A$; $N = n \times N_A$, avec $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$.

Exemple. Un échantillon de néon contient $1{,}81 \times 10^{24}$ atomes. Quantité de matière ?

$n = 1{,}81 \times 10^{24} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{3{,}01\ mol}$ d'atomes de néon.

Attention — préciser l'entité : une mole de molécules O_2 contient deux moles d'atomes O.

Cas 4 · De la masse à la quantité de matière

Réflexe — deux étapes : $N = m \div m(\text{entité})$, puis $n = N \div N_A$; dans l'autre sens, on multiplie.

Exemple. Quantité de matière d'un morceau de sodium de 4,6 g (atome Na : $3{,}82 \times 10^{-26}$ kg).

$N = 4{,}6 \times 10^{-3} \div (3{,}82 \times 10^{-26}) \approx 1{,}2 \times 10^{23}$ atomes.

$n = 1{,}2 \times 10^{23} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{0{,}20\ mol}$.

Attention — ne pas confondre la masse d'une mole (quelques grammes) et celle d'une entité.

Cas 5 · Un liquide, un mélange, un solide ionique

Réflexe — masse de l'espèce d'abord ($\rho \times V$ ou pourcentage $\times$ masse), puis les deux étapes ; ions comptés avec les indices.

Exemple. 5,0 mL de cyclohexane C_6H_{12} ($\rho = 0{,}778$ g/mL ; C : $1{,}99 \times 10^{-26}$ kg ; H : $1{,}67 \times 10^{-27}$ kg). Quantité de matière ?

$m = 0{,}778 \times 5{,}0 = 3{,}89$ g ; $m(C_6H_{12}) = 6 \times 1{,}99 \times 10^{-26} + 12 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 1{,}39 \times 10^{-25}$ kg.
$N = 3{,}89 \times 10^{-3} \div (1{,}39 \times 10^{-25}) \approx 2{,}80 \times 10^{22}$; $n \approx \mathbf{4{,}65 \times 10^{-2}\ mol}$.

Attention — dans un mélange, chaque espèce se compte avec la masse de ses propres entités.

Les pièges

- Oublier un indice, ou l'appliquer à tout le groupe sans parenthèse (CO_2 : 1 C et 2 O).
- Diviser des grammes par une masse d'entité en kilogrammes.
- Diviser la masse d'une entité par celle de l'échantillon (N de l'ordre de 10^{-23}).
- Multiplier N par N_A au lieu de diviser pour obtenir n.
- Confondre une mole d'atomes et une mole de molécules.
- Arrondir trop tôt une étape intermédiaire.

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).