Corrigé et barème – Dénombrer les entités : la mole

Masse d'une entité (atome, molécule, ion) à partir de sa formule brute ; nombre d'entités d'un échantillon ; la mole et la constante d'Avogadro ; passer de la masse à la quantité de matière et retour ; compter les entités d'un liquide, d'un mélange et d'un solide ionique.

Durée : 60 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Exercice 1 – Le phosphate de calcium d'un complément alimentaire ★★ *(4 pts)*

a) L'indice 3 de Ca donne **3 ions $\mathbf{Ca^{2+}}$** ; l'indice 2 après la parenthèse donne **2 ions $\mathbf{PO_4^{3-}}$**. Chaque ion phosphate a 4 atomes O : $2 \times 4 =$ **8 atomes d'oxygène**. (1)

b) $m(PO_4^{3-}) = 5{,}14 \times 10^{-26} + 4 \times 2{,}66 \times 10^{-26} = 15{,}78 \times 10^{-26}$, soit $\mathbf{1{,}58 \times 10^{-25}\ kg}$. Un électron ($9{,}11 \times 10^{-31}$ kg) est environ 1 830 fois plus léger qu'un nucléon : trois électrons ne changent pas la masse de façon mesurable. (1)

c) $m = 3 \times 6{,}66 \times 10^{-26} + 2 \times 15{,}78 \times 10^{-26} = 19{,}98 \times 10^{-26} + 31{,}56 \times 10^{-26} = 51{,}54 \times 10^{-26}$, soit $\mathbf{5{,}15 \times 10^{-25}\ kg}$. (1)

d) Nombre d'entités : $1{,}00 \times 10^{-3} \div (5{,}15 \times 10^{-25}) \approx 1{,}94 \times 10^{21}$; chaque entité contient 3 ions Ca^{2+} : $3 \times 1{,}94 \times 10^{21} \approx \mathbf{5{,}8 \times 10^{21}}$ **ions calcium**. (1)

Erreur fréquente — Oublier que l'indice placé après une parenthèse multiplie tout son contenu : $(PO_4)_2$ apporte 2 atomes P et 8 atomes O.

Exercice 2 – La caféine d'un café ★★ *(4 pts)*

a) 90 mg $= 9{,}0 \times 10^{-5}$ kg. $N = 9{,}0 \times 10^{-5} \div (3{,}22 \times 10^{-25}) \approx \mathbf{2{,}8 \times 10^{20}}$ **molécules**. (1)

b) $n = N \div N_A = 2{,}8 \times 10^{20} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{4{,}6 \times 10^{-4}\ mol}$. (1)

c) Nombre de tasses : $1 \div (4{,}6 \times 10^{-4}) \approx \mathbf{2{,}2 \times 10^{3}}$ **tasses**, plus de deux mille. Une mole de caféine (environ 194 g) est une quantité énorme pour le corps : les doses réelles se comptent en dix-millièmes de mole. (1)

d) $N = 4{,}00 \times 10^{-4} \div (3{,}22 \times 10^{-25}) \approx 1{,}24 \times 10^{21}$; $n \approx \mathbf{2{,}1 \times 10^{-3}\ mol}$. Cela représente $400 \div 90 \approx$ **4,4 tasses** de café filtre par jour. (1)

Méthode — Convertir les milligrammes en kilogrammes avant de diviser ($1\ mg = 10^{-6}$ kg), puis diviser le nombre de molécules par la constante d'Avogadro.

Exercice 3 – Sel de table et sel de régime ★★ *(4 pts)*

a) $m(NaCl) = 3{,}82 \times 10^{-26} + 5{,}89 \times 10^{-26} = \mathbf{9{,}71 \times 10^{-26}\ kg}$; $m(KCl) = 6{,}49 \times 10^{-26} + 5{,}89 \times 10^{-26} = 12{,}38 \times 10^{-26}$, soit $\mathbf{1{,}24 \times 10^{-25}\ kg}$. (1)

b) $N = n \times N_A = 1{,}50 \times 10^{-2} \times 6{,}02 \times 10^{23} = 9{,}03 \times 10^{21}$ entités ; $m = 9{,}03 \times 10^{21} \times 9{,}71 \times 10^{-26} \approx 8{,}77 \times 10^{-4}$ kg, soit **0,877 g**. (1)

c) Même nombre d'entités, $9{,}03 \times 10^{21}$: $m = 9{,}03 \times 10^{21} \times 1{,}24 \times 10^{-25} \approx 1{,}12 \times 10^{-3}$ kg, soit **1,12 g**. Les entités KCl sont plus lourdes. (1)

d) NaCl : $N = 1{,}00 \times 10^{-3} \div (9{,}71 \times 10^{-26}) \approx 1{,}03 \times 10^{22}$; KCl : $N = 1{,}00 \times 10^{-3} \div (1{,}24 \times 10^{-25}) \approx 8{,}06 \times 10^{21}$. Chaque entité contient un ion Cl^- : à masse égale, le **chlorure de sodium** contient le plus d'ions chlorure, car ses entités sont plus légères. (1)

Le point clé — Même quantité de matière, même nombre d'entités, mais pas la même masse ; même masse, pas le même nombre d'entités.

Exercice 4 – Le bronze d'une clochette ★★★ *(4 pts)*

a) $\mathrm{m(Cu)} = 0{,}78 \times 150 = \mathbf{117\ g}$; $\mathrm{m(Sn)} = 0{,}22 \times 150 = \mathbf{33\ g}$. (1)

b) $\mathrm{N(Cu)} = 0{,}117 \div (1{,}06 \times 10^{-25}) \approx \mathbf{1{,}10 \times 10^{24}\ atomes}$; $\mathrm{N(Sn)} = 0{,}033 \div (1{,}97 \times 10^{-25}) \approx \mathbf{1{,}68 \times 10^{23}\ atomes}$. (1)

c) $\mathrm{n(Cu)} = 1{,}10 \times 10^{24} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{1{,}83\ mol}$; $\mathrm{n(Sn)} = 1{,}68 \times 10^{23} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{0{,}278\ mol}$. (1)

d) Atomes d'étain : $1{,}68 \times 10^{23} \div (1{,}10 \times 10^{24} + 1{,}68 \times 10^{23}) \approx 0{,}13$, soit **13 %**. Un atome d'étain est presque deux fois plus lourd qu'un atome de cuivre : 22 % de la masse correspond à beaucoup moins de 22 % des atomes. (1)

Erreur fréquente — Diviser la masse totale de l'alliage par la masse d'un seul atome : chaque métal se compte avec sa propre masse et la masse de ses propres atomes.

Exercice 5 – Faire le plein ★★★ *(4 pts)*

a) $\mathrm{m} = \rho \times \mathrm{V} = 0{,}703 \times 40{,}0 \approx \mathbf{28{,}1\ kg}$. (1)

b) $\mathrm{m(C_8H_{18})} = 8 \times 1{,}99 \times 10^{-26} + 18 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 15{,}92 \times 10^{-26} + 3{,}006 \times 10^{-26} = 18{,}93 \times 10^{-26}$, soit $\mathbf{1{,}89 \times 10^{-25}\ kg}$. (1)

c) $\mathrm{N} = 28{,}1 \div (1{,}89 \times 10^{-25}) \approx 1{,}487 \times 10^{26}$, soit environ $\mathbf{1{,}49 \times 10^{26}\ molécules}$; $\mathrm{n} = \mathrm{N} \div \mathrm{N_A} = 1{,}487 \times 10^{26} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{247\ mol}$. (1)

d) Masse d'une mole : $1{,}89 \times 10^{-25} \times 6{,}02 \times 10^{23} \approx 0{,}114$ kg, soit **114 g**. Vérification : 247 moles de 114 g font $247 \times 0{,}114 \approx 28{,}2$ kg, en accord avec les 28,1 kg aux arrondis près. (1)

Astuce — Pour un liquide, on commence toujours par $\mathrm{m} = \rho \times \mathrm{V}$; un ordre de grandeur (quelques centaines de moles pour un plein) permet de repérer une erreur de puissance de dix.

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).