

1 Exercices

Données : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(Na) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(Cl) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

1.1 Cycliste

Pour remplir son bidon de 0,60 L, un cycliste se fabrique sa propre boisson énergétique. Il prévoit ainsi de compenser ses pertes en eau et en sels minéraux par sa sueur et ses pertes en sucre au sein de ses muscles. Il suit la recette suivante : "Mettre dans le bidon le jus de 2 citrons pressés (150 mL), une pincée de chlorure de sodium NaCl (1,0 g) et 3 cuillerées de sirop de fructose $C_6H_{12}O_6$ (15 mL) de concentration molaire $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. Compléter le bidon avec de l'eau et bien agiter. "

Question 1 : Déterminer la concentration molaire en chlorure de sodium dans le bidon.

Question 2 : Déterminer la concentration molaire en fructose dans le bidon.

Question 3 : Les citrons sont utilisés pour le goût et pour l'apport en vitamine C de formule $C_6H_8O_6$. Le pourcentage massique de celle-ci y est de 0,055 % et la masse volumique du jus de citron est $1,1 \text{ g.mL}^{-1}$. Quelle est la masse de vitamine C dans un litre de jus de citron ?

Question 4 : En déduire les concentrations massique et molaire en vitamine C de la boisson obtenue.

1.2 Café et Cola

Les boissons à base de cola contiennent souvent de la caféine, de formule $C_8H_{10}N_4O_2$, dans leur composition. Chaque canette de 330 mL en contient $m = 35 \text{ mg}$.

Question 1 : Déterminer la masse molaire de la caféine.

Question 2 : Déterminer la quantité de matière de caféine présente dans une canette.

Question 3 : Quelle est sa concentration molaire en caféine ? Calculer la concentration massique de la caféine dans la canette.

Question 4 : Quel volume d'un café ayant une concentration molaire c' en caféine de $6,2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ apporterait la même quantité de caféine qu'une canette de cola ?

Question 5 : Par quel facteur de dilution faudrait-il diluer ce café pour que sa concentration en caféine soit la même que celle de la canette de cola ?

1.3 Cobalt

Un atome de cobalt a pour numéro atomique $Z = 27$. Son noyau comporte 32 neutrons.

Question 1 : Ecrire la formule de cet isotope du cobalt.

Question 2 : Évaluer la masse d'un atome de cet isotope du cobalt en précisant l'approximation faite.

Question 3 : En déduire le nombre d'atomes de cobalt dans un échantillon de masse $m = 4,20 \text{ g}$, sachant qu'il ne contient pratiquement que cet isotope du cobalt.

Question 4 : En utilisant la constante d'Avogadro, déterminer la quantité de matière correspondante.

Question 5 : Calculer la masse d'une mole de nucléons. En déduire la masse molaire atomique de l'isotope du cobalt considéré.

1.4 Caoutchouc naturel

L'isoprène a pour formule C_5H_8 . Le caoutchouc naturel, produit par l'hévéa, est un assemblage en chaîne de molécules d'isoprène. Les macromolécules de caoutchouc ont pour formule $(C_5H_8)_y$, avec y un nombre entier.

Question 1 : Calculer la masse molaire moléculaire de l'isoprène.

Question 2 : Quelle quantité de matière d'isoprène y a-t-il dans 6800 g de caoutchouc naturel ?

Question 3 : Une macromolécule de caoutchouc naturel a pour masse molaire $M = 204\,000 \text{ g.mol}^{-1}$. Déterminer le nombre y de molécules d'isoprène constituant la chaîne de cette macromolécule.

1.5 Polyméthylméthacrylate (PMMA)

Le méthacrylate de méthyle sert à fabriquer, par polymérisation, le Plexiglas. Il a pour formule brute $C_5H_8O_2$.

Question 1 : Quels sont les éléments présents dans cette molécule ?

Question 2 : Calculer la masse molaire moléculaire M du méthacrylate de méthyle.

Question 3 : Trouvez la quantité de matière contenue dans $m = 10 \text{ g}$ de méthacrylate de méthyle.

1.6 Arôme de banane

Un ester à odeur de banane a pour formule brute $C_xH_{2x}O_2$. Le pourcentage massique en oxygène vaut 24,60 %.

Question 1 : Calculer la masse molaire de cet ester.

Question 2 : Déterminer la valeur de x , en déduire la formule brute de l'ester.

2 Corrigé

2.1 Cycliste

Question 1 : $M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}) + M(\text{Cl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$. La masse ajoutée étant de 1,0 g, la quantité de NaCl est de : $n_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{1,0}{58,5} = 2,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$. La concentration en chlorure de sodium est donc : $C = \frac{n_{\text{NaCl}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{1,0/58,5}{0,6} =$

$$2,8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Question 2 : La quantité de fructose dans le sirop est de : $n_{\text{fructose}} = C_{\text{fructose}} \times V_{\text{sirop}} = 1,0 \times 0,015 = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$. La concentration de fructose dans le bidon est donc :

$$C_{\text{fructose}} = \frac{n_{\text{fructose}}}{V_{\text{bidon}}} = \frac{1,5 \times 10^{-2}}{0,6} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Question 3 : Pour 1 mL de jus de citron, la masse de vitamine C est de : $m_{\text{vitamine C}} = \frac{0,055}{100} \times 1,1 = 6,1 \times 10^{-4} \text{ g}$. Donc, dans 1 L de jus de citron, la masse de vitamine C est de mdans1L = $\frac{0,055}{100} \times 1,1 \times 10^3 = 6,1 \times 10^{-1} \text{ g} = 610 \text{ mg}$

Question 4 : Le cycliste met 150 mL de jus de citron dans les 0,6 L du bidon. La masse de vitamine C dans ces 150 mL est de : $m_{\text{vitamine C}} = 9,1 \times 10^{-2} \text{ g}$,

La concentration massique en vitamine C est donc de : $C_m =$

$$\frac{m_{\text{vitamine C}}}{V_{\text{bidon}}} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ g.L}^{-1}$$

D'où la concentration molaire : $C_m = M(\text{vitamine C})C \rightarrow$

$$C = \frac{C_m}{M(\text{vitamine C})} = \frac{1,5 \times 10^{-1}}{(12 \times 6 + 12 + 16 \times 6)} = 8,4 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

2.2 Café et Cola

Question 1 : $M(\text{caféine}) = 8M(\text{C}) + 10M(\text{H}) + 4M(\text{N}) + 2M(\text{O}) =$

$$194 \text{ g.mol}^{-1}$$

Question 2 : $n_{\text{caféine}} = \frac{m_{\text{caféine}}}{M(\text{caféine})} = \frac{0,035}{194} = 1,8 \times 10^{-4} \text{ mol}$

Question 3 : $C = \frac{n_{\text{caféine}}}{V_{\text{solution}}} = 5,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. D'où sa

concentration massique : $C_m = M(\text{caféine})C = 1,1 \text{ g.L}^{-2}$

Question 4 : Volume de café nécessaire pour $n_{\text{caféine}} = 1,8 \times 10^{-4} \text{ mol}$: $V_{\text{café}} = \frac{n_{\text{caféine}}}{C} = 29 \text{ mL}$

Question 5 : La concentration de ce café en caféine est de $6,2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour obtenir la même concentration que la canette de Coca, il faut diluer par le facteur : $F = C'/C = 6,2 \times 10^{-3}/5,5 \times 10^{-4} = 11,3$

2.3 Cobalt

Question 1 : $^{59}_{27}\text{Co}$

Question 2 : On négligera ici la masse des électrons par rapport au noyau. On ne prendra donc en compte que la masse du noyau de cobalt 59.

$$m_{\text{Co}} = A \times m_{\text{nucléon}} = 59 \times 1,67 \times 10^{-24} = 9,9 \times 10^{-23} \text{ g}$$

Question 3 : Le nombre d'atomes de cobalt dans un échantillon de masse $m = 4,20 \text{ g}$ est : $m/m_{\text{Co}} = 4,3 \times 10^{22}$ atomes.

Question 5 : $n_{\text{Co}} = \text{nombre d'atomes}/N_A = 7,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$

Question 6 : La masse d'une mole de nucléons est : $M(\text{nucléon}) = N_A \times m_{\text{nucléon}} = 6,02 \times 10^{23} \times 1,67 \times 10^{-24} = 1 \text{ g}$. La masse molaire atomique de l'isotope du cobalt considéré est donc égale à la masse molaire de nucléons multipliée par le nombre de nucléons, soit 59. $M_{59\text{Co}} = 59 \text{ g.mol}^{-1}$.

2.4 Caoutchouc naturel

Question 1 : $M(\text{isoprène}) = 5MC + 8MH = 5 \times 12 + 8 \times 1 = 68 \text{ g.mol}^{-1}$.

Question 2 : $n_{\text{isoprène}} = \frac{m}{M(\text{isoprène})} = 6800/68 = 100 \text{ mol}$ d'isoprène dans 6800 g de caoutchouc naturel.

Question 3 : Une macromolécule de caoutchouc naturel ayant pour masse molaire $M = 204\,000 \text{ g.mol}^{-1}$ contient : $y = M(\text{caoutchouc})/M(\text{isoprène}) = 204000/68 = 3000$ molécules d'isoprène.

2.5 Polyméthylméthacrylate (PMMA)

Question 1 : 5 atomes de carbone, 8 d'hydrogène et 2 d'oxygène sont présents dans cette molécule.

Question 2 : $M(\text{méthacrylatedeméthyle}) = 5M(\text{C}) + 8M(\text{H}) + 2M(\text{O}) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$.

Question 3 : $\frac{n_{\text{méthacrylatedeméthyle}}}{m_{\text{méthacrylatedeméthyle}}/M(\text{méthacrylatedeméthyle})} = 10/100 = 0,1 \text{ mol}$

2.6 Arôme de banane

Question 1 : $M(\text{ester}) = xM(\text{C}) + 2xM(\text{H}) + 2M(\text{O}) = 12x + 2x + 32 = 14x + 32 \text{ mol}$.

Question 2 : Le pourcentage massique en oxygène vaut 24,60 %. On a donc :

$0,2460 \times (14x + 32) = 32 \rightarrow 14x = 32/0,2460 - 32 \rightarrow x = 7$ La formule brute de l'ester est donc $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$.