

Quantité de matière

1) De la masse à la quantité de matière

Un échantillon de fer a une masse de 3,2 g.

Calculer la quantité de matière de fer présente dans l'échantillon.

Données : $M_{\text{Fe}} = 55,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Correction :

$$n = m/M \text{ donc } n = \frac{3,2}{55,8} = \mathbf{5,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

2) De la masse à la quantité de matière

Le sucre vendu dans le commerce est essentiellement constitué de saccharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

La masse moyenne d'un morceau de sucre est 6,0g.

Quelle est la quantité de matière en saccharose dans 3 morceaux de sucre ?

Correction :

$$n_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \frac{m_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}}{M_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}} = \frac{3 \times 6,0}{342} = \mathbf{5,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

3) De la masse à la quantité de matière

Exprimer puis calculer la masse d'un atome de cuivre ${}^{63}_{29}\text{Cu}$.

Exprimer puis calculer le nombre d'atomes dans 60g de cuivre.

Calculer la quantité de matière de cuivre contenue dans ces 60g.

Données : $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Correction :

$$a) m_{\text{atome de cuivre}} = 63 \times m_{\text{nucléons}} = \mathbf{1,05 \cdot 10^{-25} \text{ kg} = 1,05 \cdot 10^{-22} \text{ g}}$$

$$b) x_{\text{Cu}} = \frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{atome de cuivre}}} = \frac{60}{1,05 \cdot 10^{-22}} = \mathbf{5,75 \cdot 10^{23} \text{ atomes}}$$

$$c) n_{\text{Cu}} = \frac{x_{\text{Cu}}}{N_A} = \frac{5,75 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \mathbf{9,47 \cdot 10^{-1} \text{ mol}}$$

4) De la quantité de matière à la masse

On a besoin de 0,1 mol de sulfate de cuivre hydraté de formule $\text{CuSO}_4(\text{H}_2\text{O})_5$.

Quelle masse de cristaux doit-on prélever ?

Un élève en a prélevé 30,0g. Quelle quantité de matière cela représente-t-il ?

Données : $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{S}} = 32,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Correction :

$$a) M = M(\text{Cu}) + M(\text{S}) + 4M(\text{O}) + 5 \times (2M(\text{H}) + M(\text{O})) = 249,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad \mathbf{m = 25,0g}$$

$$b) n = m/M \text{ d'où } n = \mathbf{0,120 \text{ mol}} \text{ (Attention au nombre de chiffres significatifs...)}.$$

5) Quantité de matière dans un oxyde de fer

Un oxyde de fer de formule Fe_2O_3 existe sous forme de solide à l'état naturel.

Exprimer puis calculer la masse molaire de l'oxyde de fer.

Exprimer puis calculer la quantité de matière de fer dans 100 g de cet oxyde.

Données : $M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Correction :

$$a) M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2M(\text{Fe}) + 3M(\text{O}) = \mathbf{160 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

$$b) n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{Fe}_2\text{O}_3)/M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 100/160 = 0,625 \text{ mol}$$

La formule Fe_2O_3 montre que dans 1 mol d'oxyde de fer il y a 2 mol de fer (Fe) et 3 mol d'atomes d'oxygène (O) d'où :

$$n(\text{Fe}) = 2 n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \times 0,625 = \mathbf{1,25 \text{ mol}}$$

6) Volume et concentration molaire

Exprimer et calculer la quantité de matière en saccharose notée n_s (nombre de moles de saccharose) contenue dans un volume $V=150\text{mL}$ de solution aqueuse de concentration molaire en soluté saccharose apporté $C_s = 2,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Correction :

$$n_{\text{saccharose}} = C_{\text{saccharose}} \times V_{\text{saccharose}} = 2,0 \cdot 10^{-1} \times 150 \cdot 10^{-3} = \mathbf{3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

7) Volume, masse molaire et densité

Quelle est la quantité de matière en éthanol présente dans 150 mL d'éthanol liquide ?

Données :

Formule brute de l'éthanol : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

Masse molaire moléculaire de l'éthanol : $M_{\text{éthanol}} = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Densité du liquide éthanol : $d_{\text{éthanol}} = 0,79$

Correction :

$$n_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{m_{\text{eau}} \times d_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{150 \times 0,79}{46} = 2,6 \text{ mol}$$

8) Volume et concentration molaire

Décrire le mode opératoire pour préparer un volume $V=100,0\text{mL}$ de solution S_1 de glucose de concentration massique $t_1=1,80\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Calculer la concentration molaire C_1 en glucose de formule brute $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

On dispose d'une solution S_2 de glucose de concentration molaire $C_2=5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On prépare une solution S en mélangeant un volume $V_1=80\text{mL}$ de solution S_1 et un volume $V_2=20\text{mL}$ de solution S_2 . Quelle est la concentration molaire C en glucose dans la solution S obtenue ?

Correction :

a) Dans 1L de solution il y a 1,80 g de glucose, dans 100mL il en faut dix fois moins. On mesure donc 0,18g de glucose qu'on met dans la fiole jaugée de 100mL et on complète (en agitant) avec de l'eau distillée.

b) $M=180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ donc $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V} = \frac{0,18}{180 \times 0,1} = \mathbf{10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$

c) $C = \frac{n}{V} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{10^{-2} \times 80 + 5,0 \cdot 10^{-3} \times 20}{100} = \mathbf{9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$

d) Il faut que les deux appareils aient la même précision, on a donc utilisé des burettes (on aurait pu aussi prendre une pipette jaugée de 20mL et compléter avec S_1 dans une fiole jaugée de 100mL...)

9) Volume molaire et masse volumique

A 20°C sous $101,3\text{kPa}$, l'éthoxyéthane, de formule $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ("éther") est un liquide ; sa masse volumique vaut alors $0,71\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Quel est le volume molaire de l'éther liquide ?

L'éther liquide est un liquide volatil de température d'ébullition 34°C à cette pression.

Quel est le volume molaire de l'éther gazeux dans ces conditions ?

Calculer la masse volumique de l'éther gazeux dans ce dernier cas.

Correction :

a) $M=74,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ donc $V_m = M/\rho = (74,0 \cdot 10^1) / (7,1 \cdot 10^1) = \mathbf{1,0 \cdot 10^2 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}$

b) $V_m = RT/P = (8,31 \times 307) / (1,013 \cdot 10^5) = 0,0252 \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{25,2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$

c) $\rho = M/V_m = \mathbf{2,94 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}$ soit $\mathbf{2,94 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}$

10) Du volume d'un gaz à la quantité de matière

Une bouteille cylindrique de diamètre 5,5cm et de hauteur 41cm contient du dioxygène gazeux sous une pression de 150bar à la température de 25°C .

Calculer la quantité de matière en dioxygène présente dans la bouteille.

Correction :

$$n_{\text{gaz}} = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{P \times (\pi r^2 h)}{R \times T} = \frac{P \times \pi d^2 h}{4 \times R \times T} = \frac{150.10^5 \times \pi \times (5,5.10^{-2})^2 \times 41.10^{-2}}{4 \times 8,31 \times 298} = \mathbf{5,9 \text{ mol}}$$

11) Quantité de matière, volume et masse volumique

La duplication en série des CD se fait à l'aide d'une matrice en nickel. Le CD de base étant gravé, on dépose sur ce dernier une mince couche de nickel que l'on décolle ensuite. La matrice obtenue est un disque de diamètre $D = 12,0 \text{ cm}$ et d'épaisseur $e = 3,05.10^{-1} \text{ mm}$.

Exprimer puis calculer en cm^3 le volume de nickel déposé.

Exprimer puis calculer la masse de nickel déposé.

Exprimer puis calculer la quantité de matière de nickel utilisée.

Données : $M_{\text{Ni}} = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$; $\rho_{\text{Ni}} = 8,90 \text{ g.cm}^{-3}$; volume d'un cylindre droit : $V = \pi.r^2.h$

Correction :

$$a) V_{\text{nickel}} = \pi r^2 e = \frac{\pi D^2 e}{4} = \frac{\pi \times (12)^2 \times 3,05.10^{-2}}{4} = \mathbf{3,45 \text{ cm}^3}$$

$$b) m_{\text{nickel}} = \rho \times V_{\text{nickel}} = 8,90 \times 3,45 = \mathbf{30,7 \text{ g}}$$

$$b) n_{\text{nickel}} = \frac{m_{\text{nickel}}}{M_{\text{nickel}}} = \frac{30,7}{58,7} = \mathbf{0,523 \text{ mol}}$$

12) Quantité de matière, volume et masse volumique

L'huile d'olive peut être considérée comme étant constituée d'oléine, molécule de formule brute $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$.

Exprimer puis calculer la masse molaire de l'oléine.

Exprimer puis calculer la masse d'un litre d'huile.

Exprimer puis calculer la quantité de matière en oléine dans 1 L d'huile.

Données : $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $\rho_{\text{huile}} = 0,92 \text{ g.mL}^{-1}$

Correction :

$$a) M_{\text{oléine}} = 57M(\text{C}) + 6M(\text{O}) + 104M(\text{H}) = \mathbf{884,0 \text{ g.mol}^{-1}}$$

$$b) m(\text{huile}) = \rho_{\text{huile}} \times V_{\text{huile}} = 0,92 \times 1000 = \mathbf{920 \text{ g}}$$

$$c) n_{\text{oléine}} = \frac{m_{\text{oléine}}}{M_{\text{oléine}}} = \frac{920}{884} = \mathbf{1,04 \text{ mol}} \text{ (alors que l'eau contient environ 55 mol de molécule par litre)}$$

13) Quantité de matière, pourcentage massique et masse volumique

Le liquide utilisé dans les circuits de refroidissement des moteurs de voitures contient un antigel. C'est une solution aqueuse de glycol (de formule brute $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$). Une solution S d'antigel, liquide jusqu'à -35°C , contient 46% en masse de glycol. La densité de la solution est $d_S = 1,074$.

Calculer la quantité de matière en glycol contenue dans 2L de solution S.

Calculer la quantité de matière en eau contenue dans 2L de solution S.

Calculer le pourcentage molaire de glycol dans la solution S.

Correction :

$$n_{\text{glycol}} = \frac{m_{\text{glycol}}}{M_{\text{glycol}}} = \frac{p_{\text{glycol}} \times m_{\text{solution}}}{M_{\text{glycol}}} = \frac{p_{\text{glycol}} \times d_{\text{solution}} \times m_{\text{eau}}}{M_{\text{glycol}}} = \frac{0,46 \times 1,074 \times 2.10^3}{62} = \mathbf{16 \text{ mol}}$$

14) Quantité de matière, pourcentage volumique et masse volumique

Un vin rouge a un degré alcoolique de $12,5^\circ$. Cela signifie que 100mL de ce vin contiennent 12,5 mL d'éthanol pur (de formule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).

Quelle est la quantité de matière en éthanol contenue dans un verre de vin de 2cL ?

Données : $M_{\text{éthanol}} = 46\text{g.mol}^{-1}$; densité de l'éthanol $d_{\text{éthanol}} = 0,79$

Correction :

$$n_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{d_{\text{éthanol}} \times V_{\text{éthanol}} \cdot 10^3}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{d_{\text{éthanol}} \times V_{\text{vin}} \times D_{\text{alcool}} \cdot 10^3}{M_{\text{glycol}}}$$
$$= \frac{0,79 \times 2 \cdot 10^{-2} \times 0,125 \times 10^3}{46} = \mathbf{4,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

15) De la masse à la quantité de matière

Quelles sont les quantités de matière contenues dans :

20,0g ce cuivre métal.

60,0g de sulfate de cuivre pentahydraté.

30,0g de dioxyde de carbone

Données : $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{s}} = 32,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

$M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Correction :

On divise la masse par la masse molaire pour trouver la quantité de matière.

a) $20/63,5 = \mathbf{0,315 \text{ mol}}$

b) $60/249,9 = \mathbf{0,240 \text{ mol}}$

c) $30/44 = \mathbf{0,682 \text{ mol}}$

16) Quantité de matière dans un gaz

Lors de la réaction entre une solution d'acide chlorhydrique et le zinc, on recueille un volume $V=55\text{mL}$ de dihydrogène sous une pression $P=1,010\text{bar}$ et une température $\theta = 22,0^\circ\text{C}$.

Déterminer la quantité de dihydrogène ainsi obtenue.

Correction :

$$n_{\text{gaz}} = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{1,010 \cdot 10^5 \times 55 \cdot 10^{-6}}{8,31 \times 295} = \mathbf{2,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

Attention à convertir dans les bonnes unités (pression en Pa, volume en m^3 et température en K)

17) Quantité de matière et concentration

Dans une fiole jaugée de 500mL, on introduit un morceau de sucre dont la masse est 11,9g.

On dissout ce sucre dans l'eau et on ajuste le niveau de l'eau au trait de jauge.

Calculer la masse molaire moléculaire du saccharose sachant que sa formule est $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Quelle est la quantité de matière de saccharose dissous.

Déterminer la concentration molaire du saccharose dans la solution obtenue.

Données : $M_{\text{H}} = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{C}} = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Correction :

a) $M_{\text{saccharose}} = \mathbf{342 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$

b) $n_{\text{saccharose}} = \frac{m_{\text{saccharose}}}{M_{\text{saccharose}}} = \frac{11,9}{342} = \mathbf{3,48 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$

c) $C_{\text{saccharose}} = \frac{n_{\text{saccharose}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{3,48 \cdot 10^{-2}}{0,5} = \mathbf{7,3648 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$

18) Pourcentage massique et molaire

Soit un oxyde de fer de formule Fe_xO_y . Le pourcentage massique en fer est de 70%.

Sachant qu'une mole de cet oxyde a une masse de 159,6g donner la formule de cet oxyde.

Donner le pourcentage molaire de fer dans cet oxyde.

Correction :

a) $m_{\text{Fe}} = m_{\text{oxyde}} \times p_{\text{fer}} = 159,6 \times 0,7 = \mathbf{111,7 \text{ g}}$

Or la masse molaire du fer vaut $55,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ donc $n_{\text{Fe}} = 111,7 / 55,6 = \mathbf{2 \text{ mol}}$

De même $n_{\text{O}_2} = 47,9 / 16,0 = \mathbf{3 \text{ mol}}$ donc l'oxyde a pour formule $\mathbf{\text{Fe}_2\text{O}_3}$.

Le pourcentage molaire en fer est donc $p_{\text{Fe}} = 2/5 = 0,4$ soit $\mathbf{40\%}$