

Toutes les réponses doivent être justifiées et correctement rédigées.

Tout calcul doit être précédé d'une expression littérale.

Les résultats numériques doivent être donnés en écriture scientifique avec le bon nombre de chiffres significatifs

Les masses molaires atomiques sont à chercher dans la classification périodique de votre livre de chimie.

Donnée : Constante molaire des gaz parfaits $R = 8,31 \text{ SI}$

Exercice 1

- Un échantillon de glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ a une masse $m_6=2,50\text{g}$
 - Calculer la masse molaire du glucose.
 - Déterminer la quantité de matière n_6 contenu dans cet échantillon de glucose.
- Quelles sont les quantités de matière contenues:
 - Dans $20,0\text{g}$ de cuivre métal.
 - Dans $60,0\text{g}$ de sulfate de cuivre pentahydraté.
 - Dans $30,0\text{g}$ de dioxyde de carbone
- Un chercheur d'or n'a pu trouver dans sa batée qu'une pépite d'or de masse $m = 20,0 \times 10^{-2} \text{ g}$.
 - Quelle quantité de matière cela représente-t-il ?
 - Calculer le nombre d'atomes d'or contenus dans la pépite.

Exercice 2

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

Exercice 3

L'un des constituants d'une eau de toilette au Jasmin est l'acétate de benzyle. Lors de la synthèse de cette substance, on utilise un volume $V_{oi}=20\text{mL}$ d'alcool benzylique de densité par rapport à l'eau $d_{oi}=1,04$ et de masse molaire $M_{oi}=108,14\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$. La masse volumique de l'eau m_o est égale à $1,00\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Quelle est la quantité n_{oi} d'alcool benzylique utilisé ?

Exercice 4

- Dans les conditions normales de température et de pression (CNTP) le volume molaire $V_m=22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$. On dispose de $N(\text{O}_2_{(g)})$ molécules de dioxygène.
 - Quelle quantité de matière cela représente-t-il ?
 - Calculer la masse de dioxygène correspondante.
 - Calculer le volume de dioxygène correspondant dans les CNTP.
 - En déduire le volume d'air correspondant (dans les CNTP)
- 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.

Exercice 5

Une bouteille cylindrique de volume $V=1\text{dm}^3$ contient du dioxygène gazeux sous une pression de 150 bar à la température de 25°C .

- Déterminer le volume molaire dans ces conditions.
- Calculer la masse de dioxygène contenue dans la bouteille.
- De quel volume de dioxygène peut-on disposer dans les conditions usuelles ($P=1\text{atm}$, $\theta =20^\circ\text{C}$)

Exercice 6

Une bouteille de gaz butane CH_4 renferme une masse $m=15$ kg de gaz comprimé.

1. A quelle quantité de matière de gaz butane cette masse correspond-elle ?
2. Calculer le volume qu'occuperait cette masse de gaz dans des conditions où la pression est $p=1020$ hPa et la température 25°C .
3. Si cette quantité de gaz est contenu dans un récipient de 20 L, à la même température que précédemment, quelle est la pression du gaz à l'intérieur de ce récipient ?

Exercice 7

Le degré alcoolique d'une boisson alcoolisée représente le pourcentage volumique d'éthanol pur contenu dans cette boisson.

La densité de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ est $d(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 0,79$.

1. Quel volume d'éthanol contient une bouteille de 75 cL d'un vin à 12° .
2. Quelle masse d'éthanol cela représente-t-il ?
3. En déduire la quantité de matière d'éthanol, puis la concentration en éthanol du vin.
4. Quel volume de vin doit on prélever pour avoir $5,0 \times 10^{-2}$ mol d'éthanol.

Exercice 8

Le vinaigre contient de l'acide éthanóique de formule $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$. On réalise la réaction entre l'hydrogénocarbonate de sodium et un vinaigre de 6° . Il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

1. Déterminer la concentration molaire en acide éthanóique de ce vinaigre.
2. Écrire l'équation de la réaction.
3. On utilise un volume $V=14$ mL de vinaigre. Sachant que l'acide éthanóique est le réactif limitant, déterminer le volume de dioxyde de carbone formé dans les condition normales de température et de pression.

Donnée : Un vinaigre de x degrés contient $x\%$ en masse d'acide éthanóique et sa densité est égale à 1.

Exercice 9

Un flacon de déboucheur pour évier porte les indications suivantes :

Produit corrosif. Contient de l'hydroxyde de sodium (soude caustique). Solution à 20% .

Le pourcentage indiqué représente le pourcentage massique d'hydroxyde de sodium (NaOH) contenu dans le produit.

La densité du produit est $d=1,2$.

1. Calculer la masse d'hydroxyde de sodium contenu dans 500 mL de produit.
2. En déduire la concentration C_0 en soluté hydroxyde de sodium de la solution commerciale.
3. On désire préparer un volume V_1 de solution S_1 de déboucheur 20 fois moins concentré que la solution commerciale.
 - 3.1. Quelle est la valeur de la concentration C_1 de la solution ?
 - 3.2. Quelle est la quantité de matière d'hydroxyde de sodium contenu dans 250 mL de solution S_1 ?
 - 3.3. Quel volume de solution commerciale a-t-il fallu prélever pour avoir cette quantité de matière d'hydroxyde de sodium ?

Exercice 7

Le degré alcoolique d'une boisson alcoolisée représente le pourcentage volumique d'éthanol pur contenu dans cette boisson.

La densité de l'éthanol C_2H_6O est $d(C_2H_6O) = 0,79$.

1. Quel volume d'éthanol contient une bouteille de 75 cL d'un vin à 12°.

On applique la définition du degré alcoolique : une boisson a 1° contient 1% d'éthanol en volume.
Un vin a 12° contient donc un volume d'éthanol V_e :

$$V_e = \frac{12}{100} \times V = \frac{12}{100} \times 75 = 9,0 \text{ cL} = 90 \text{ mL}$$

$$V_e = 90 \text{ mL}$$

Le vin contient 90 mL d'éthanol.

2. Quelle masse d'éthanol cela représente-t-il ?

Pour calculer la masse d'éthanol m_e , on utilise la masse volumique et la densité de l'éthanol :

$$m_e = \mu_e \times V_e = d_e \times \mu_{eau} \times V_e = 0,79 \times 1,00 \times 90 = 71 \text{ g}$$

$$m_e = 71 \text{ g}$$

La masse d'éthanol est de 71g.

3. En déduire la quantité de matière d'éthanol, puis la concentration en éthanol du vin.

On applique la définition de la quantité de matière, à partir de la masse :

$$n_e = \frac{m_e}{M_e} = \frac{71}{(2 \times 12 + 6 \times 1,0 + 1 \times 16,0)} = \frac{71}{46,0} = 1,5 \text{ mol}$$

$$n_e = 1,5 \text{ mol}$$

La concentration en éthanol est donc :

$$C_e = \frac{n_e}{V} = \frac{1,5}{0,75} = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_e = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

4. Quel volume de vin doit on prélever pour avoir $5,0 \times 10^{-2}$ mol d'éthanol.

On souhaite avoir $5,0 \times 10^{-2}$ mol. Connaissant la concentration en éthanol du vin, on en déduit :

$$n_e = C_e \times V_{\text{prélever}}$$

d'où :

$$V_{\text{prélever}} = \frac{n_e}{C_e} = \frac{5,0 \times 10^{-2}}{2,0} = 0,025 \text{ L} = 25 \text{ mL}$$

$$V_{\text{prélever}} = 25 \text{ mL}$$

Exercice 8

Le vinaigre contient de l'acide éthanóique de formule $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$. On réalise la réaction entre l'hydrogénocarbonate de sodium et un vinaigre de 6°. Il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

1. Déterminer la concentration molaire en acide éthanóique de ce vinaigre.

Remarque : il manquait une donnée concernant la densité du vinaigre : $d_{\text{vinaigre}} = 1,00$

Méthode 1 :

On note :

- t_1 la concentration massique en acide éthanóique AH
- P le pourcentage massique en acide éthanóique de la solution
- C_1 la concentration molaire en acide éthanóique de la solution

Par définition, on a :

$$t_1 = \frac{m_{AH}}{V_{\text{solution}}} = \frac{P \times m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} = P \times \mu_{\text{solution}} = P \times \mu_{\text{eau}} \times d_{\text{solution}} = 0,06 \times 1000 \times 1,074 = 64,44 \text{ g.L}^{-1}$$

$$t_1 = 0,06 \times 1000 \times 1,0 = 60,0 \text{ g.L}^{-1}$$

D'autre part, on sait que : $C_1 = \frac{t_1}{M_{AH}} = \frac{60,0}{60,0} = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$

$$C_1 = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$$

Méthode 2 :

Le vinaigre de 6 degrés contient par définition 6% en masse d'acide éthanóique, noté AH par la suite.

Soit :

- m_{AH} la masse d'acide éthanóique
- m_V la masse de vinaigre
- V_V la volume de vinaigre

On a donc : $m_{AH} = \frac{6}{100} \times m_V = 0,06 m_V = 0,06 \times \mu_V \times V_V = 0,06 \times d_V \times \mu_{\text{eau}} \times V_V$

En prenant une bouteille de vinaigre de volume 1,0L, et $\mu_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \text{ g.L}^{-1}$ on obtient :

$$m_{AH} = 0,06 \times 1,00 \times 1,00 \times 10^3 \times 1,0 = 60 \text{ g}$$

La concentration en acide éthanóique est donc :

$$C_{AH} = \frac{n_{AH}}{V_{\text{flacon}}} = \frac{m_{AH}}{M_{AH} \times V_{\text{flacon}}} = \frac{60}{(2 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 2 \times 16,0) \times 1,0} = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{AH} = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

2. Écrire l'équation de la réaction.

L'équation de la réaction s'écrit : $\text{AH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{A}^- + \text{Na}^+ + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Les ions Na^+ sont spectateurs. On peut donc écrire : $\text{AH} + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{A}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. On utilise un volume $V=14\text{mL}$ de vinaigre. Sachant que l'acide éthanóïque est le réactif limitant, déterminer le volume de dioxyde de carbone formé dans les condition normales de température et de pression.

D'après l'équation notée à la question 2), 1 mol d'acide éthanóïque donne 1 mol de dioxyde de carbone. Il suffit donc de calculer la quantité d'acide éthanóïque au départ : elle sera égale à la quantité de dioxyde de carbone obtenue.

Pour 14 mL de vinaigre, on a :

- une masse d'acide éthanóïque de :
 $m_{AH} = 0,06 m_V = 0,06 \times d_V \times \mu_{eau} \times V_V = 0,06 \times 1,00 \times 1,00 \times 14 = 0,84 \text{ g}$
- soit une quantité de matière : $n_{AH} = \frac{m_{AH}}{M_{AH}} = \frac{0,84}{60,0} = 0,014 \text{ mol}$
- d'où : $n(\text{CO}_2) = n_{AH} = 0,014 \text{ mol}$

Le dioxyde de carbone étant un gaz, considéré comme parfait, on peut appliquer la relation des gaz parfait pour en déduire le volume correspondant :

$$V(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2)RT}{P} = \frac{0,014 \times 8,314 \times 273,15}{1013 \cdot 10^2} = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 3,1 \cdot 10^2 \text{ mL}$$

$$V(\text{CO}_2) = 3,1 \cdot 10^2 \text{ mL}$$

Exercice 9

Un flacon de déboucheur pour évier porte les indications suivantes :

Produit corrosif. Contient de l'hydroxyde de sodium (soude caustique). Solution à 20%.

Le pourcentage indiqué représente le pourcentage massique d'hydroxyde de sodium (NaOH) contenu dans le produit.

La densité du produit est $d=1,2$.

1. Calculer la masse d'hydroxyde de sodium contenu dans 500 mL de produit.

Le flacon contient 20% de soude en masse.

Il faut donc tout d'abord déterminer la masse de déboucheur m_D contenu dans le flacon de 500mL, sachant que

$$\mu_{eau} = 1,00 \text{ g.mL}^{-1} :$$

$$m_D = \mu_D \times V_D = d_D \times \mu_{eau} \times V_D = 1,2 \times 1,00 \times 500 = 6,0 \cdot 10^2 \text{ g}$$

On en déduit donc :

$$m_{NaOH} = \frac{20}{100} \times m_D = 0,20 \times 6,0 \cdot 10^2 = 1,2 \cdot 10^2 \text{ g}$$

$$m_{NaOH} = 1,2 \cdot 10^2 \text{ g}$$

2. En déduire la concentration C_0 en soluté hydroxyde de sodium de la solution commerciale.

Par définition, on a :

$$C_a = \frac{n_{NaOH}}{V_{flacon}} = \frac{m_{NaOH}}{M_{NaOH} \times V_{flacon}} = 1,2 \frac{.10^2}{(23,5 + 16,0 + 1,0) \times 0,500} = 5,9 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_a = 5,9 \text{ mol.L}^{-1}$$

3. On désire préparer un volume V_1 de solution S_1 de déboucheur 20 fois moins concentré que la solution commerciale.

- 3.1. Quelle est la valeur de la concentration C_1 de la solution ?

La solution fille a une concentration C_1 20 fois plus faible que la concentration mère, c'est à dire :

$$C_1 = \frac{C_a}{20} = \frac{5,9}{20} = 0,30 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_1 = 0,30 \text{ mol.L}^{-1}$$

- 3.2. Quelle est la quantité de matière d'hydroxyde de sodium contenu dans 250 mL de solution S_1 ?

La quantité de matière d'hydroxyde de sodium n_a contenu dans 250 mL de solution S_1 est :

$$n_1 = C_1 \times V_1 = 0,30 \times 0,250 = 0,075 \text{ mol}$$

$$n_1 = 0,075 \text{ mol}$$

- 3.3. Quel volume de solution commerciale a-t-il fallu prélever pour avoir cette quantité de matière d'hydroxyde de sodium ?

La quantité de matière du soluté étant constante lors d'une dilution, on a donc :

$$n_1 = C_a \times V_a \text{ d'où } V_a = \frac{n_1}{C_a} = \frac{0,075}{5,9} = 0,013 \text{ L} = 13 \text{ mL} \quad V_a = 13 \text{ mL}$$

Il faut prélever 13 mL de solution mère pour obtenir la solution fille diluée.

Ex 12 p39

1. D'après la définition donnée dans l'énoncé, la solution S_1 contient un volume d'éthanol $V_e=95$ mL.

Pour calculer la masse d'éthanol m_e , on utilise la masse volumique et la densité de l'éthanol :

$$m_e = \mu_e \times V_e = d_e \times \mu_{eau} \times V_e = 0,79 \times 1,00 \times 95 = 75 \text{ g}$$

$$m_e = 75 \text{ g}$$

La masse d'éthanol est de 75g.

2. On calcule tout d'abord la quantité de matière en éthanol, en appliquant la définition de la quantité de matière, à partir de la masse :

$$n_e = \frac{m_e}{M_e} = \frac{75}{(2 \times 12 + 6 \times 1,0 + 1 \times 16,0)} = \frac{75}{46,0} = 1,6 \text{ mol}$$

La concentration en éthanol est donc :

$$C_1 = \frac{n_e}{V} = \frac{1,6}{0,100} = 16 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_e = 16 \text{ mol.L}^{-1}$$

3.a. On souhaite préparer une solution fille à 70%. En appliquant le même raisonnement que précédemment, on trouve une concentration C_2 :

$$m_e = \mu_e \times V_e = d_e \times \mu_{eau} \times V_e = 0,79 \times 1,00 \times 70 = 55 \text{ g}$$

$$\text{d'où : } C_1 = \frac{n_e}{V} = \frac{m_e}{M_e \times V} = \frac{55}{46,0 \times 0,100} = 12 \text{ mol.L}^{-1}$$

On souhaite donc obtenir une solution fille telle que :

- $V_2 = 100,0$ mL
- $C_2 = 12 \text{ mol.L}^{-1}$

On dispose d'une solution mère de concentration $C_1 = 16 \text{ mol.L}^{-1}$. Soit V_1 le volume de solution mère à prélever.

Lors d'une dilution, la quantité de matière en éthanol est constante. On peut donc écrire :

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad \text{soit} \quad V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1} = \frac{12 \times 0,100}{16} = 0,075 \text{ L} = 75 \text{ mL}$$

Il faut prélever 75 mL de solution mère pour obtenir une solution fille à 70%.

3. b. voir cours ou fiche p300

Ex 13 p39

- Remarque pour répondre à cette question, il est possible de passer par la concentration massique. On note :
 - t_1 la concentration massique en glycol
 - P le pourcentage massique en glycol de la solution
 - C_1 la concentration molaire en glycol de la solution

Par définition, on a :

$$t_1 = \frac{m_{\text{glycol}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{P \times m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} = P \times \mu_{\text{solution}} = P \times \mu_{\text{eau}} \times d_{\text{solution}} = 0,46 \times 1000 \times 1,074 = 494,0 \text{ g.L}^{-1}$$

D'autre part, on sait que : $C_1 = \frac{t_1}{M_{\text{glycol}}} = \frac{494,0}{62,0} = 7,97 \text{ mol.L}^{-1}$

$$C_1 = 7,97 \text{ mol.L}^{-1}$$

- Par dilution, on veut obtenir une solution à 36%, soit, en appliquant le même raisonnement que ci-dessus, une solution de concentration C_2 :

$$t_2 = P \times \mu_{\text{eau}} \times d_{\text{solution}} = 0,36 \times 1000 \times 1,074 = 386,6 \text{ g.L}^{-1}$$

soit $C_2 = \frac{t_2}{M_{\text{glycol}}} = \frac{386,6}{62,0} = 6,24 \text{ mol.L}^{-1}$

On souhaite donc obtenir une solution fille telle que :

- $V_2 = 1 \text{ L}$
- $C_2 = 6,24 \text{ mol.L}^{-1}$

On dispose d'une solution mère de concentration $C_1 = 7,97 \text{ mol.L}^{-1}$. Soit V_1 le volume de solution mère à prélever.

Lors d'une dilution, la quantité de matière en glycol est constante. On peut donc écrire :

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad \text{soit} \quad V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1} = \frac{6,24 \times 1,0}{7,97} = 0,78 \text{ L} = 780 \text{ mL}$$

Il faut prélever 780 mL de solution mère pour obtenir 1L de solution fille à 36%.

Protocole opératoire : voir p300

Ex 14 p39

1. On note :

- t_1 la concentration massique en acide éthanóïque AH
- P le pourcentage massique en acide éthanóïque de la solution
- C_1 la concentration molaire en acide éthanóïque de la solution

Par définition, on a :

$$t_1 = \frac{m_{AH}}{V_{solution}} = \frac{P \times m_{solution}}{V_{solution}} = P \times \mu_{solution} = P \times \mu_{eau} \times d_{solution} = 0,90 \times 1000 \times 1,05 = 945,0 \text{ g.L}^{-1}$$

D'autre part, on sait que : $C_1 = \frac{t_1}{M_{AH}} = \frac{945,0}{60,0} = 15,8 \text{ mol.L}^{-1}$

$$C_1 = 15,8 \text{ mol.L}^{-1}$$

2. Une solution fille diluée 200 fois aura une concentration $C_2 = \frac{C_1}{200} = 0,079 \text{ mol.L}^{-1}$

On souhaite donc obtenir une solution fille telle que :

- $V_2 = 100 \text{ mL}$
- $C_2 = 0,079 \text{ mol.L}^{-1}$

On dispose d'une solution mère de concentration $C_1 = 15,8 \text{ mol.L}^{-1}$. Soit V_1 le volume de solution mère à prélever.

Lors d'une dilution, la quantité de matière en acide éthanóïque est constante. On peut donc écrire :

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad \text{soit} \quad V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1} = \frac{0,079 \times 0,100}{15,8} = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ L} = 0,5 \text{ mL}$$

Il faut prélever 0,5 mL de solution mère pour obtenir 100 mL de solution fille diluée 200 fois.

Protocole opératoire : voir p300

3. Il faut calculer la concentration C' de cette nouvelle solution. On a :

$$C' = \frac{n_a}{V_{solution}} = \frac{m_a}{M_a \times V_{solution}} = \frac{0,07 \times m_{solution}}{M_a \times V_{solution}} = \frac{0,07 \times \mu_{solution}}{M_a} = \frac{0,07 \times 1,01 \cdot 10^3}{60,0} = 1,18 \text{ mol.L}^{-1}$$

On souhaite donc obtenir une solution fille telle que :

- $V' = 100 \text{ mL}$
- $C' = 1,18 \text{ mol.L}^{-1}$

On dispose d'une solution mère de concentration $C_0 = 15,8 \text{ mol.L}^{-1}$. Soit V_1 le volume de solution mère à prélever.

Lors d'une dilution, la quantité de matière en acide éthanóïque est constante. On peut donc écrire :

$$C_1 \times V_1 = C' \times V_2 \quad \text{soit} \quad V_1 = \frac{C' \times V_2}{C_1} = \frac{1,18 \times 1,0}{15,8} = 0,075 \text{ L} = 75 \text{ mL}$$

Il faut prélever 75 mL de solution mère pour obtenir 100 mL de solution fille à 7°.

Protocole opératoire : voir p300