

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  $500\text{mL}$ , 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  $150 \text{ bar}$  à la température de  $25^\circ\text{C}$ .

- 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  $\text{CH}_4$  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  $25^\circ\text{C}$ .
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  $12^\circ$ .
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  $6^\circ$ . 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 ( $\text{NaOH}$ ) 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 à 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  $\text{Na}^+$  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

1. 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 :  $C_1 = \frac{t_1}{M_{\text{glycol}}} = \frac{494,0}{62,0} = 7,97 \text{ mol.L}^{-1}$

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

2. 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