

1. Destop (6,5 points)

Le destop est un produit liquide utilisé pour déboucher les canalisations. L'étiquette d'un flacon de Destop indique :
« Produit corrosif. Contient de l'hydroxyde de sodium ; Solution à 20 % ».

Dans cet exercice, tout ce qui concernera la soude (ou hydroxyde de sodium, NaOH) sera accompagné d'un « S » et tout ce qui désignera le destop sera accompagné d'un « D ».

Le pourcentage indique le pourcentage massique d'hydroxyde de sodium NaOH (ou soude) contenu dans le produit. La densité d_D de ce produit a été mesurée par un élève.

- 1) Donner l'expression de la densité d_D du destop, puis l'expression de la masse volumique ρ_D du destop et enfin l'expression du pourcentage massique P_S en soude du destop. Aucun calcul n'est demandé !
- 2) Exprimer la masse de soude m_S contenue dans un volume V_D de destop en fonction de P_S , de d_D et de μ_{eau} .
- 3) En déduire l'expression de la concentration molaire C_S en hydroxyde de sodium de la solution commerciale en fonction de P_S , de d_D , de M_S et de μ_{eau} .

On veut diluer cette solution d'un facteur de dilution $F = 20$. On veut en avoir un volume $V_1 = 100,0\text{mL}$.

- 4) Quelle relation existe-t-il entre le volume V_1 et le volume V_0 de la solution commerciale à prélever ? Calculer V_0 .
- 5) Proposer un protocole opératoire précis pour préparer S_1 .
- 6) Quelles précautions doit-on prendre lors de la manipulation ?

⇒ CORRECTION

1) Expression de la densité d_D du destop : $d_D = \frac{\mu_D}{\mu_{\text{eau}}}$

Expression de la masse volumique μ_D du destop : $\mu_D = \frac{m_D}{V_D}$

Expression du pourcentage massique P_S en soude du destop : $P_S = \frac{m_S}{m_D} \times 100$

- 2) Expression de la masse de soude m_S contenue dans un volume V_D de destop :

$$P_S = \frac{m_S}{m_D} = \frac{m_S}{\mu_D * V_D} = \frac{m_S}{d_D * \mu_{\text{eau}} * V_D} \text{ d'où } m_S = P_S * d_D * \mu_{\text{eau}} * V_D$$

- 3) Expression de la concentration molaire C_S en hydroxyde de sodium de la solution commerciale : on sait

que $n_S = m_S/M_S$ et que la concentration $C_S = n_S/V_D = m_S/M_S * V_D$ ainsi $C_S = \frac{P_S * d_D * \mu_{\text{eau}}}{M_S}$

- 4) Relation existante entre le volume V_1 et le volume V_0 de la solution commerciale à prélever :

$$F = \frac{V_1}{V_0} \text{ d'où } V_0 = 100,0/20 = 5,0 \text{ mL}$$

- 5) Protocole opératoire précis pour préparer S_1 :

- a. Prélever 5,0 mL de la solution mère de soude avec une pipette jaugée de ce volume et un pipeteur ou une propipette.
- b. Introduire cette solution dans la fiole jaugée de 100,0 mL.
- c. Remplir en partie la fiole avec de l'eau distillée contenue dans une pissette.
- d. Homogénéiser la solution en agitant.
- e. Compléter jusqu'au trait de jauge en finissant à la pipette simple. Le niveau bas du ménisque doit correspondre au trait de jauge de la fiole.
- f. Boucher. Agiter.

- 6) Le destop étant corrosif, il faut faire preuve de prudence : blouse, lunettes de protection, gants, chaussures fermées.

2. Electrification ! (5 points)

On approche sans la toucher une baguette cylindrique en aluminium chargée négativement d'une sphère métallique électriquement neutre.

- 1) Décrire et expliquer ce qu'il se passe (schéma autorisé).
- 2) Quelle quantité d'aluminium (en mol) contient ce cylindre de longueur : $l=5,0 \text{ cm}$ et de rayon $r=1,0 \text{ cm}$ sachant que la masse volumique de l'aluminium est de $2,70 \text{ g.cm}^{-3}$.
- 3) Donner un ordre de grandeur du nombre d'atomes d'aluminium correspondant.
- 4) On touche maintenant la sphère métallique avec la baguette. Décrire et expliquer ce qu'il se passe. A quelle électrification cela correspond-il ?

Données : $M_{\text{Al}} = 27,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $V_{\text{cylindre}} = \pi.r^2.l$; Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

⇒ **CORRECTION**

1) La baguette en Aluminium chargée négativement attire la sphère métallique électriquement neutre.

$$2) n_{Al} = \frac{m_{Al}}{M_{Al}} \quad \mu_{Al} = \frac{m_{Al}}{V_{Al}} \Rightarrow m_{Al} = \mu_{Al} \times V_{Al} \quad V_{Al} = \pi \times r^2 \times l$$

$$\Rightarrow n_{Al} = \frac{\mu_{Al} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l}{M_{Al}} = \frac{2,70 \cdot \pi \cdot 1,0 \cdot 5,0}{27,0} = 1,6 \text{ mol}$$

$$3) n_{Al} = \frac{N_{Al}}{N_A} \quad \Rightarrow N_{Al} = n_{Al} \times N_A = 1,6 \times 6,02 \times 10^{23} = 9,6 \cdot 10^{23} \approx 10^{24} \text{ atomes d'Al}$$

4) Au contact de la baguette chargée négativement, la sphère métallique va recevoir des électrons. Elle va donc elle-même se charger négativement. C'est une électrisation par contact. Dans un deuxième temps, la boule et la baguette toutes deux chargées négativement, vont se repousser.

3. Masse, volume et quantité de matière (8,5 points)

1) On considère trois corps purs à $t = 20^\circ\text{C}$ et à la pression atmosphérique $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$:
l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(l)}$; le plomb $\text{Pb} (s)$; le dioxygène $\text{O}_2 (g)$.

Pour chacun d'eux, calculer la masse et le volume d'une quantité de matière égale à 0,100 mol.

2) On dispose d'un échantillon de 10 g d'un alliage constitué de 50% de cuivre et 50% de nickel en masse.

Calculer les quantités de matière de cuivre et de nickel contenues dans cet échantillon.

3) L'air est composé d'environ 20% de dioxygène et 80% de diazote en volume.

a) Calculer les quantités de matière respectives de dioxygène et de diazote dans une bouteille de 1,0 L remplie d'air, à 20°C et à une pression égale à $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$.

b) En déduire les masses de ces deux gaz dans la bouteille, puis leur pourcentage en masse dans l'air.

4) On dispose d'une solution aqueuse homogène d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(l)$ de concentration molaire $C = 2,06 \text{ mol/L}$.

a) Calculer la masse d'éthanol qu'il a fallu dissoudre pour obtenir $V = 1,00 \text{ L}$ de solution.

b) Calculer le volume d'éthanol V_{et} correspondant et en déduire le volume d'eau V_{eau} qui a été nécessaire pour obtenir un litre de solution (on admettra que la dissolution n'entraîne pas de changement de volume, soit: $V_{\text{et}} + V_{\text{eau}} = 1000 \text{ mL}$ de solution).

c) En déduire le pourcentage volumique d'eau et d'éthanol dans la solution.

Données : Volume molaire des gaz à $t = 20^\circ\text{C}$ et $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$: $V_m = 24,0 \text{ L/mol}$

masse volumique de l'éthanol : $0,789 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

masse volumique du plomb : $11,34 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

$M_{\text{Pb}} = 207,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{N}} = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{Ni}} = 58,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

⇒ **CORRECTION****SOLUTION**

1. - Pour l'éthanol :

$$M = 46,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} ; m = n \cdot M = 0,100 \times 46,0 = 4,60 \text{ g} ;$$

$$V = m/\rho = 4,60/0,789 = 5,83 \text{ cm}^3.$$

- Pour le plomb :

$$M = 207,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} ; m = n \cdot M = 0,100 \times 207,2 = 20,7 \text{ g} ;$$

$$V = m/\rho = 20,7/11,34 = 1,83 \text{ cm}^3.$$

- Pour le dioxygène :

$$M = 32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} ; m = n \cdot M = 0,100 \times 32,0 = 3,20 \text{ g} ;$$

$$V = n \cdot V_m = 0,100 \times 24,0 = 2,40 \text{ L}.$$

2. $m(\text{Cu}) = m(\text{Ni}) = 5,0 \text{ g}$.

$$n(\text{Cu}) = m(\text{Cu})/M(\text{Cu}) = 5,0/63,5 = 7,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol} ;$$

$$n(\text{Ni}) = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

3. a. Dans la bouteille: $V(\text{O}_2) = 0,20 \text{ L}$; $V(\text{N}_2) = 0,80 \text{ L}$.

$$n(\text{O}_2) = V(\text{O}_2)/V_m = 0,20/24,0 = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} ; V(\text{N}_2) = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

$$b. m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 8,3 \cdot 10^{-3} \times 32,0 = 0,27 \text{ g} ;$$

$$m(\text{N}_2) = 3,3 \cdot 10^{-3} \times 28,0 = 0,93 \text{ g}.$$

Pourcentage en masse de dioxygène : $[0,27/0,93] \times 100 = 22,5\%$.

Pourcentage en masse de diazote : $77,5\%$.

4. a. $m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = c \cdot V \cdot M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$

$$m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 2,06 \times 1,00 \times 46,0 = 94,8 \text{ g}.$$

b. $V_{\text{et}} = m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})/\rho(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 94,8/0,789 = 120 \text{ cm}^3 = 120 \text{ mL}$.

$$\text{D'où: } V_{\text{eau}} = 1000 - 120 = 880 \text{ mL}.$$

c. 88% d'eau et 12% d'éthanol.