

Interrogation écrite de chimie

Vendredi
14 septembre 2018

Durée : 55 minutes

La calculatrice est autorisée.

On donne la constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

1) Solutions aqueuses d'espèces ioniques

On dispose d'un flacon sur lequel figure la mention suivante : « solution aqueuse de $\text{Mg}(\text{CO}_3)$ à $C_1 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ». On appellera (S1) cette solution.

Information : l'unique ion du magnésium rencontré dans la nature est l'ion Mg^{2+} .

a) Identifier les entités présentes dans la phase liquide contenue dans ce flacon (nature de chaque entité et sa formule).

Le carbonate de lithium est un solide ionique se présentant sous forme d'une poudre blanche.

Sa formule chimique est $\text{Li}_2(\text{CO}_3)$, sa masse molaire est $M = 73,89 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Le lithium s'y trouve sous forme d'ions monoatomiques.

b) Le carbonate de lithium est-il un corps pur ou un mélange ? Justifier la réponse.

À partir de la poudre blanche ci-dessus, on souhaite préparer un volume $V_0 = 200 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de carbonate de lithium de concentration $C_2 = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On notera (S2) cette solution.

c) Donner le protocole détaillé à suivre pour préparer cette solution (S2).

On mélange $V_1 = 50,0 \text{ mL}$ de la solution (S1) avec $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution (S2). On agite longuement. On admet que les volumes sont additifs ; on obtient donc une solution de volume final $V = 60,0 \text{ mL}$.

d) Déterminer la valeur des concentrations de tous les solutés présents dans cette solution.



Apparence du carbonate de lithium

2) Transformations physiques de l'éthanol

Voici quelques données concernant l'éthanol (espèce chimique moléculaire, qu'on pourra symboliser par la lettre « E ») :

Température de fusion : $\theta_{fus} = -114^\circ\text{C}$

Température d'ébullition : $\theta_{eb} = +79^\circ\text{C}$

Pression au point triple : $p_T = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}$

Température au point triple : $\theta_T = -123^\circ\text{C}$

Pression critique : $p_C = 61 \text{ bar}$

Température critique : $\theta_C = +241^\circ\text{C}$

Pression de vapeur saturante à 20°C : $p_{v,20} = 5,8 \text{ kPa}$

Densité à 20°C : $d_{20} = 0,789$

Masse molaire : $M = 46,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Le corps pur

a) Tracer l'allure du diagramme de phases (θ, p) de l'éthanol. Y inscrire les zones de stabilité des états solide (S), liquide (L), gazeux (G) et supercritique (SC).

b) Sans tenir compte de l'échelle, placer les points triple T, critique C, de fusion F et d'ébullition E sur le diagramme précédent, à partir des données fournies (inscrire les valeurs de leurs coordonnées sur les axes, en choisissant le degré Celsius comme unité de température et le bar comme unité de pression).

c) On trouve dans une table que le volume molaire de l'éthanol supercritique est de $V_{m,sc} = 0,168 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$. En déduire la valeur de la densité de cet éthanol supercritique. Commenter cette valeur par comparaison avec celle de la densité d_{20} figurant dans les données.

d) Proposer un protocole pour réaliser une expérience permettant d'observer la sublimation de l'éthanol. En s'appuyant sur le diagramme de phases, expliquer comment évolueraient la pression et la température si on suivait votre protocole.

Évaporation de l'éthanol dans l'air

On considère une enceinte hermétiquement fermée, munie d'un piston mobile, et placée à la température constante de $\theta = 20^\circ\text{C}$. L'enceinte contient initialement $V_0 = 20 \text{ mL}$ d'air sous $p_0 = 1,00 \text{ bar}$ et une masse $m = 100 \text{ mg}$ d'éthanol liquide, de volume négligeable par rapport à celui de l'air.

On ne s'intéressera pas à la composition de l'air ; on le considérera comme un seul et même gaz, dont on notera n_{air} la quantité de matière et x_{air} la fraction molaire. Dans l'état initial, l'air ne contient pas de vapeurs d'éthanol, on a donc $x_{air,0} = 1$.

e) Le piston étant bloqué, on laisse évoluer le système initial décrit précédemment jusqu'à un état final, où l'air contient maintenant une fraction molaire x_E d'éthanol.

Déterminer la valeur de x_E dans cet état final. Reste-t-il de l'éthanol liquide dans l'enceinte à l'issue de cette transformation ?

f) On tire maintenant lentement sur le piston, le système restant constamment à la température ambiante de $\theta = 20^\circ\text{C}$. Décrire les phénomènes observés. Observe-t-on une situation de « rupture d'équilibre » ? Si oui, calculer pour quel volume et quelle pression elle se produit.

Préparation d'une solution aqueuse d'éthanol

On introduit $5,00 \text{ mL}$ d'éthanol dans une fiole jaugée de 50 mL . On ajoute progressivement de l'eau distillée, en agitant régulièrement, puis on ajuste au trait de jauge et on agite à nouveau. Ces opérations sont menées à la température de 20°C .

g) Calculer la concentration en éthanol en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de la solution ainsi préparée.

h) Donner la définition de la fraction massique de l'éthanol dans ce mélange. Peut-on la calculer avec les données dont on dispose ? Sinon, quelle grandeur pourrait-on facilement mesurer en préparant la solution pour pouvoir calculer cette fraction massique ?