

Devoir surveillé n°2

Toutes les réponses doivent être justifiées et rédigées !!

Exercice 1 : Autour du phosphate de sodium

Le phosphate de sodium est un solide ionique, constitué des ions sodium Na^+ et des ions phosphates PO_4^{3-} .

- 1) Ecrire la formule de ce solide en la justifiant.
- 2) Expliquer ce qu'est une structure cristalline et ce qui assure la cohésion du cristal de phosphate de sodium.
- 3) Donner la représentation de Lewis de la molécule d'eau ($\text{O} : Z = 8 ; \text{H} : Z = 1$) en justifiant bien toute la démarche. Donner la géométrie de cette molécule et la représenter.
- 4) En déduire pourquoi la molécule d'eau a un caractère dipolaire.
- 5) Expliquer l'étape de la dissociation du phosphate de sodium lors de sa dissolution dans de l'eau.
- 6) Qu'appelle-t-on hydratation des ions ? Faire un schéma pour l'ion sodium et l'ion phosphate.
- 7) Ecrire l'équation de cette dissolution.
- 8) La concentration effective en ion sodium $[\text{Na}^+]$ est égale à $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Quelle est la concentration $c_{\text{soluté}}$ en soluté apportée de la solution ? Quelle est la concentration effective en ions phosphate $[\text{PO}_4^{3-}]$?
- 9) Quelle masse de phosphate de sodium solide faut-il prélever pour préparer $V_{\text{sol}} = 50 \text{ mL}$ de solution à la concentration $c_{\text{soluté}} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$?
- 10) On ajoute à présent une masse $m_{\text{NaCl}} = 2,0 \text{ g}$ de chlorure de sodium solide $\text{NaCl} (\text{s})$ à la solution précédente sans variation de volume. Déterminer les concentrations effectives de tous les ions dissous.

Electronégativité: P H C Br N Cl O F → +

Exercice 2 : Quelques acides

A.- L'acide sulfurique est l'acide le plus employé dans l'industrie. C'est un liquide visqueux très soluble dans l'eau.

- 1) Vérifier que la concentration d'une solution commerciale concentrée d'acide sulfurique à 96 %, et qui présente une densité : $d = 1,833$ vaut $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 18 \text{ mol.L}^{-1}$.
- 2) Quel est le volume de solution commerciale à prélever afin de préparer $V' = 250 \text{ mL}$ d'acide sulfurique de concentration $c' = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$?
- 3) Détailler les principales étapes de cette dilution (on **pourra** s'aider de schémas).
- 4) Ecrire l'équation de dissolution de l'acide sulfurique et en déduire les concentrations effectives en espèces ioniques de la solution-fille précédente.

B.- L'étiquette d'une solution saturée commerciale d'acide chlorhydrique est reproduite ci-dessous. Les données sont valables à 20°C .

ACIDE CHLORHYDRIQUE

HCl



Pourcentage massique : 37 %

$d : 1,17$

$M : 36,5 \text{ g/mol}$

- 1) Que veut dire solution saturée ?
- 2) Quelle est la concentration c_{HCl} en soluté apporté ?
- 3) En déduire la solubilité s du chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau : c'est la masse maximale de chlorure d'hydrogène gazeux qu'on peut dissoudre par litre de solution.
- 4) A 30°C et sous $p = 1013 \text{ hPa}$, on dissout au mieux 250 L de chlorure d'hydrogène gazeux par litre de solution. Déterminer la nouvelle solubilité s' . Comment varie la solubilité d'un gaz en fonction de la température ?
- 5) La molécule de chlorure d'hydrogène est-elle dipolaire ? Justifier sa bonne solubilité dans l'eau.
- 6) Rigoureusement, quelle devrait être la formule de l'acide chlorhydrique ?

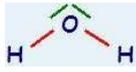
Données : $R = 8,31 \text{ SI}$; Electronégativité: P H C Br N Cl O F → +

Correction du D.S. n°2

Exercice 1 : Autour du phosphate de sodium

- 1) Comme un solide ionique est forcément neutre, il faut autant de charges positives que de charges négatives : on a donc 3 ions sodium Na^+ pour un ion phosphate PO_4^{3-} : Na_3PO_4 (s).
- 2) Une structure cristalline est un empilement régulier et ordonné de cations et d'anions. La stabilité est assurée par les forces d'interaction électrostatique attractives en cations et anions.
- 3) O : Z = 8 soit 8 électrons à placer. Structure électronique : $(\text{K})^2 (\text{L})^6$: il manque $2 e^-$ pour satisfaire la règle de l'octet ; l'oxygène utilise donc deux électrons afin de former des liaisons covalentes avec deux hydrogène ; il lui en reste donc 4 qui se répartissent en deux doublets non liants : $\text{H} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} - \text{H}$
Comme il y a 4 doublets autour de l'oxygène, ceux-ci se répartissent selon un tétraèdre.

La molécule est donc coudée à environ 109° :



- 4) L'oxygène étant plus électronégatif que l'hydrogène, les deux liaisons sont polarisées :

Comme la molécule est coudée, le barycentre des charges positives n'est pas confondu avec celui des charges négatives : la molécule est dipolaire.

- 5) L'eau est un solvant dipolaire, ses molécules exercent une attraction sur les ions du solide ionique. Ces interactions affaiblissent la cohésion du cristal : il y a alors dissociation des ions.

- 6) Les ions s'entourent d'un cortège de molécules d'eau :



- 8) D'après l'équation de dissolution, il y a 3 fois plus d'ions Na^+ (aq) que de soluté Na_3PO_4 (s). On a donc :

$$c_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = [\text{Na}^+] / 3 \quad \text{A.N. : } c_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 6,0 \cdot 10^{-2} / 3 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

En revanche, il y a autant d'ions PO_4^{3-} (aq) que de soluté :

$$[\text{PO}_4^{3-}] = c_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

- 9) On a : $m_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = c_{\text{Na}_3\text{PO}_4} \cdot V_{\text{sol}} \cdot M(\text{Na}_3\text{PO}_4)$ A.N. : $m_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ g}$ (2CS)

- 10) Le solide se dissout selon : NaCl (s) \rightarrow Na^+ (aq) + Cl^- (aq) ; on ajoute donc :

$$n_{\text{Na}^+} = n_{\text{Cl}^-} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M(\text{NaCl})} \quad \text{A.N. : } n_{\text{Na}^+} = n_{\text{Cl}^-} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

On en déduit : $[\text{PO}_4^{3-}]$ inchangée = $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M(\text{NaCl}) \times V_{\text{sol}}} \quad \text{A.N. : } [\text{Cl}^-] = 6,8 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Na}^+]_{\text{totale}} = [\text{Na}^+]_{\text{initiale}} + \frac{m_{\text{NaCl}}}{M(\text{NaCl}) \times V_{\text{sol}}} \quad \text{A.N. : } [\text{Na}^+]_{\text{totale}} = 7,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

Exercice 2 : Quelques acides

A.- 1) On a : $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{96\% \times \rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}$ A.N. : $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 18 \text{ mol.L}^{-1}$

2) Formule de dilution : $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = c' \cdot V'$ soit : $V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{c' \cdot V'}{c_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$ A.N. : $V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 7,0 \text{ mL}$

3) A l'aide d'une pipette graduée de 10 mL, prélever 7,0 mL de solution commerciale après avoir conditionné la pipette. Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 250 mL puis compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Fermer la fiole et agiter pour homogénéiser la solution.

4) H_2SO_4 (l) \rightarrow 2 H^+ (aq) + SO_4^{2-} (aq) ; $[\text{H}^+] = 2 c' = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{SO}_4^{2-}] = c' = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

B.- 1) Il s'agit d'une solution contenant le maximum de soluté dissous possible.

2) $c_{\text{HCl}} = \frac{37\% \times \rho_{\text{HCl}}}{M(\text{HCl})}$ A.N. : $c_{\text{HCl}} = 12 \text{ mol.L}^{-1}$ (2CS)

3) $s = m_{\text{HCl}} / V = c_{\text{HCl}} \cdot M(\text{HCl})$ A.N. : $s = 4,4 \cdot 10^2 \text{ g}$

4) $s' = \frac{p \cdot V_g}{R \cdot T} \cdot M(\text{HCl}) / V$ A.N. : $s = 3,7 \cdot 10^2 \text{ g}$

La solubilité d'un gaz diminue lorsque la température augmente.

- 5) La molécule de chlorure d'hydrogène est dipolaire : comme Cl est plus électronégatif que H, il attire vers lui

les électrons de la liaison : $\overset{\delta+}{\text{H}} - \overset{\delta-}{\text{Cl}}$ Comme l'eau est aussi dipolaire, les deux composés sont bien solubles.

- 6) On devrait écrire l'acide chlorhydrique = solution aqueuse de chlorure d'hydrogène : H^+ (aq) + Cl^- (aq).

La molécule d'eau

