



Contrôle
CHIMIE DES EAUX (MIGPE6)
Master 1 Génie des Procédés de l'Environnement
Année Universitaire 2018/2019

Le : 27/01/2019

Durée : 1 h 30

Exercice 1 (10 points)

Une eau naturelle contient du cuivre à une concentration $[Cu_T] = 5 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ et des carbonates à la concentration $[CO_3(-II)_T] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

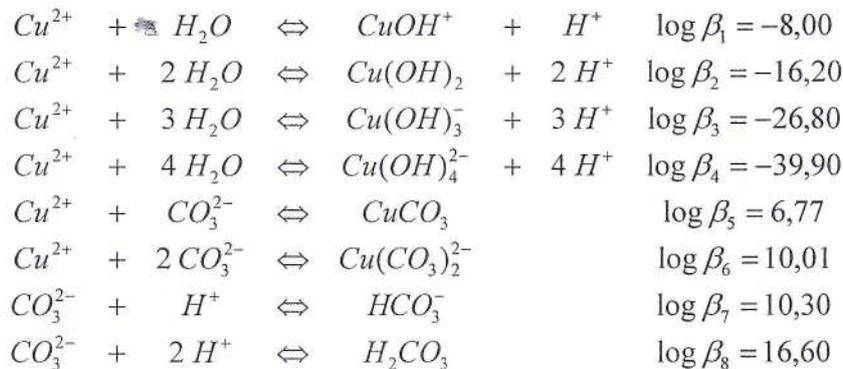
1/ Ecrire $[Cu^{2+}]$ en fonction de $[H^+]$ et $[CO_3^{2-}]$. Donner la formule finale après avoir effectué tous les remplacements. Encadrer l'équation finale.

2/ Ecrire $[CO_3^{2-}]$ en fonction de $[H^+]$. Donner la formule finale après avoir effectué tous les remplacements. Encadrer l'équation finale.

3/ Calculer $[CO_3^{2-}]$ pour $pH=8$. On néglige les complexes avec le cuivre devant les autres espèces.

4/ Sans calculer la concentration finale, classer les complexes du cuivre avec OH^- . Le classement se fait de la concentration la plus élevée à la plus petite.

Données

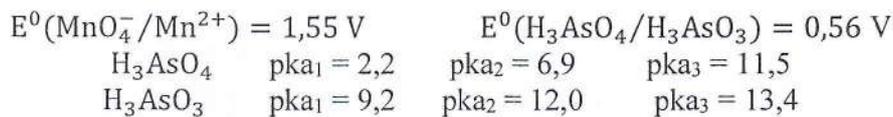


Exercice 2 (7 points)

L'arsenic III (As(III)) est très mal éliminé par les traitements de coagulation, on l'oxyde au préalable en arsenic (As(V)).

On utilise des oxydants chimiques énergiques comme le dioxyde de chlore, le permanganate de potassium et l'ozone. On veut réaliser l'oxydation à l'aide du permanganate. Cette opération est-elle possible si nous avons un pH égal à 6.

Données



On considère que les concentrations des espèces dissoutes sont égales à 1 mol/L.

Exercice 3 (3 points)

Pour les eaux traitées, quels sont les types de contrôles qu'on peut réaliser et quelles sont les différences entre eux ?

Corrigé exercice 1

Expression pour le calcul de $[Cu]_T$

1pt

$$\begin{aligned}
 [Cu]_T &= [Cu^{2+}] + [CuOH^+] + [Cu(OH)_2^0] + [Cu(OH)_3^-] + [Cu(OH)_4^{2-}] + [CuCO_3] + [Cu(CO_3)_2^{2-}] \\
 &= 5 \cdot 10^{-8} \text{ M} \\
 &= [Cu^{2+}] \left(1 + \beta_1 [H^+]^{-1} + \beta_2 [H^+]^{-2} + \beta_3 [H^+]^{-3} + \beta_4 [H^+]^{-4} + \beta_5 [CO_3^{2-}] + \beta_6 [CO_3^{2-}]^2 \right) = 5 \cdot 10^{-8}
 \end{aligned}$$

2 1pt

$$[Cu^{2+}] = \frac{5 \cdot 10^{-8}}{1 + 10^{-6} [H^+]^{-1} + 10^{-16.20} [H^+]^{-2} + 10^{-26.80} [H^+]^{-3} + 10^{-39.90} [H^+]^{-4} + 10^{6.77} [CO_3^{2-}] + 10^{10.01} [CO_3^{2-}]^2}$$

1pt

Expression pour le calcul de $[CO_3^{2-}]_T$

$$[CO_3^{2-}]_T = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3] + [CuCO_3] + 2 [Cu(CO_3)_2^{2-}] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

1pt

On néglige les carbonates de cuivre

$$[CO_3^{2-}]_T = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3] = [CO_3^{2-}] \left(1 + \beta_7 [H^+] + \beta_8 [H^+]^2 \right) = 2 \cdot 10^{-3}$$

1pt

$$[CO_3^{2-}] = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 + 10^{10.30} [H^+] + 10^{16.60} [H^+]^2}$$

1pt

Calcul de $[CO_3^{2-}]$ pour $pH=8$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 + 10^{10.30} 10^{-8} + 10^{16.60} 10^{-16}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 + 10^{2.3} + 10^{-0.60}}$$

1pt

$$[CO_3^{2-}] = 9,78 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

1pt

Classement des différentes espèces

$$[\text{Cu}(\text{OH})^+] = [\text{Cu}^{2+}] \cdot \beta_1 \cdot [\text{H}^+]^{-1} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-8} \cdot 10^8 = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 1$$

$$[\text{Cu}(\text{OH})_2^0] = [\text{Cu}^{2+}] \cdot \beta_2 \cdot [\text{H}^+]^{-2} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-16,20} \cdot 10^{16} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-0,20}$$

$$[\text{Cu}(\text{OH})_3^-] = [\text{Cu}^{2+}] \cdot \beta_3 \cdot [\text{H}^+]^{-3} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-26,80} \cdot 10^{24} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-2,80}$$

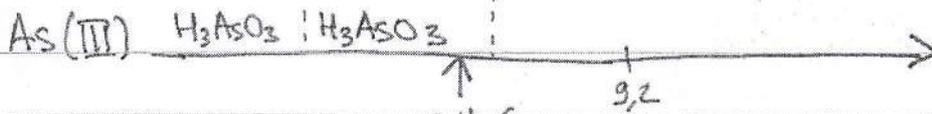
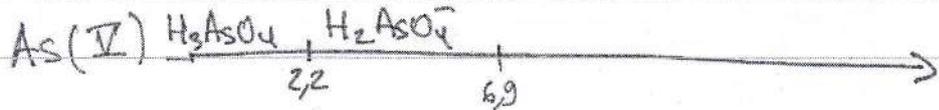
$$[\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}] = [\text{Cu}^{2+}] \cdot \beta_4 \cdot [\text{H}^+]^{-4} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-39,90} \cdot 10^{32} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot 10^{-7,90}$$

Classement :

- | | | | |
|-----|---------------------------------|-----|--------|
| 1 - | $[\text{Cu}(\text{OH})^+]$ | 0,5 | } 2 pt |
| 2 - | $[\text{Cu}(\text{OH})_2^0]$ | 0,5 | |
| 3 - | $[\text{Cu}(\text{OH})_3^-]$ | 0,5 | |
| 4 - | $[\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}]$ | 0,5 | |

Corrigé exercice 2

Le couple à prendre en considération à $\text{pH}=6$ est:



Le couple est: $\text{H}_2\text{AsO}_4^- / \text{H}_3\text{AsO}_3$



$$E = E_p^\circ + \frac{0,06}{2} \log \frac{[\text{H}_2\text{AsO}_4^-][\text{H}^+]^3}{[\text{H}_3\text{AsO}_3]}$$

Pour $[\text{H}_2\text{AsO}_4^-] = [\text{H}_3\text{AsO}_3]$

$$E = E_p^\circ - 0,09 \text{ pH}$$

détermination de E_p° (A partir de $E_\alpha^\circ (\text{H}_3\text{AsO}_4 / \text{H}_3\text{AsO}_3)$)



$$E = E_\alpha^\circ + \frac{0,06}{2} \log \frac{[\text{H}_3\text{AsO}_4][\text{H}^+]^2}{[\text{H}_3\text{AsO}_3]}$$

Pour $[\text{H}_3\text{AsO}_4] = [\text{H}_3\text{AsO}_3]$

$$E = E_\alpha^\circ - 0,06 \text{ pH} = 0,56 - 0,06 \text{ pH}$$

Au point commun $\text{pH}=2,2$: $0,56 - 0,06 \text{ pH} = E_p^\circ - 0,09 \text{ pH}$

$$E_p^\circ = 0,56 + 0,03(2,2) = 0,63$$

$$E = 0,63 - 0,09 \text{ pH}$$

À $\text{pH}=6$

$$E = 0,63 - 0,09 \times 6 = 0,09 \text{ V}$$

E du couple à $\text{pH}=6$: $0,09 \text{ V}$

$$E = 0,09 \text{ V}$$

Suite Corrigé exercice 2

Couple $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$



$$E = E^\circ + \frac{0,06}{5} \log \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}$$

0,5 } 1 pt

$$E = 1,55 - 0,096 \text{ pH}$$

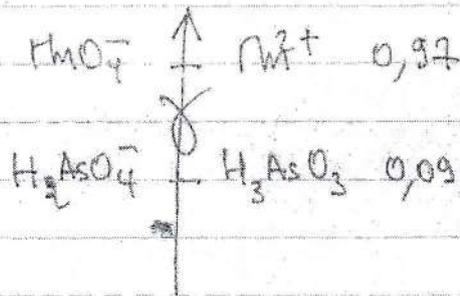
1 pt

A pH=6

$$E = 1,55 - 0,096 \times 6 = 0,97$$

$$E = 0,97 \text{ V}$$

1 pt



1 pt

L'oxydation est possible.

Corrigé exercice 3

On distingue :

- le contrôle de chloration
- " " partiel
- " " complet

0,5 pt

0,5 pt

0,5 pt

les différences sont :

- les paramètres à contrôler
- la périodicité des analyses

0,75 pt

0,75 pt