

Exercices sur la pH-métrie et l'oxydo-réduction (chapitre 3)

Données:

Éléments	H	O	Na	Cu	Zn	Ag
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	1	16	23	63,5	65,4	107,9

Potentiels standards d'oxydoréduction de quelques couples oxydants- réducteurs:

Couples	Zn ²⁺ /Zn	Cr ³⁺ /Cr	Fe ²⁺ /Fe	Ni ²⁺ /Ni	H ₃ O ⁺ /H ₂	Cu ²⁺ /Cu	Ag ⁺ /Ag
Potentiels E ⁰ (V)	-0.76	-0.74	-0.44	-0.23	0.00	0.34	0.80

Exercice n°1: concentration des ions H₃O⁺ et pH

Complétez le tableau suivant:

<i>Solution</i>	<i>[H₃O⁺] (mol.L⁻¹)</i>	<i>pH</i>	<i>Nature de la solution</i>
S ₁	2,5.10 ⁻³		
S ₂		5,7	
S ₃		12,3	
S ₄	3,6.10 ⁻⁴		

Exercice n°2: indicateurs colorés

On dispose de 3 indicateurs colorés dont les zones de virages sont précisées dans le tableau suivant:

<i>Indicateur coloré</i>	<i>Couleur de la forme acide</i>	<i>Zone de virage</i>	<i>Couleur de la forme basique</i>
Rouge de bromocrésol	Jaune	5,2-6,8	Rouge
Vert de bromocrésol	Jaune	3,8-5,4	Bleu
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0-7,6	Bleu

A trois échantillons d'une solution S, on ajoute quelques gouttes de l'un des trois indicateurs précédents. On observe les couleurs suivantes:

<i>Échantillon</i>	<i>Indicateur coloré</i>	<i>Couleur observée dans S</i>
n°1	Rouge de bromocrésol	orange
n°2	Vert de bromocrésol	vert
n°3	Bleu de bromothymol	jaune

Déterminez le domaine des valeurs possibles du pH de la solution S.

Exercice n°3: soude

On dissout 8g d'hydroxyde de sodium (ou soude) NaOH dans 10 litres d'eau.

1- **Quelles sont** les concentrations des entités en solution ?

2- Dans toute solution aqueuse, on a, à 25°C, $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} = K_e$. K_e est appelé le « produit ionique ».

Quelle est le pH de la solution ?

Exercice n°4: élimination des ions cuivre

Une entreprise spécialisée dans la récupération des métaux précieux désire éliminer d'une eau polluée les ions Cu^{2+} qu'elle contient. Pour cela, on immerge dans cette eau des barres d'acier que l'on assimile à du fer pur.

1- **Écrire** l'équation représentant les couples Fe^{2+}/Fe et Cu^{2+}/Cu .

2- En comparant les valeurs de leurs potentiels standards, **expliquer** quelle est la réaction spontanée se produisant entre ces deux couples. **Écrire** les équations représentant:

- l'oxydation
- la réduction
- la réaction globale d'oxydo-réduction.

3- **Expliquer** comment le procédé utilisé dans cet atelier permet d'éliminer les ions Cu^{2+} de l'eau.

4- On traite 500 litres d'eau polluée. Quand la réaction est terminée, on récupère 317,5 g de cuivre. **Déterminer** la concentration en ions Cu^{2+} de l'eau polluée en mol.L^{-1} .

5- Les ions Fe^{2+} apparus au cours du traitement de cette eau sont éliminés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium. Un précipité d'hydroxyde de fer II $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ se forme.

a) **Écrire** l'équation de la réaction entre les ions Fe^{2+} et les ions OH^- .

b) **Quel volume** d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c=2,5\text{mol.L}^{-1}$ doit-on alors verser dans les 500 litres d'eau traitée?

Exercice n°5: (BTS AE 2008) GOUTTIERE EN CUIVRE OU GOUTTIERE EN ZINC : QUE CHOISIR ?

Le zinc des gouttières s'abîme sous l'action des pluies acides.

En plongeant une lame de zinc dans une solution aqueuse d'acide, on constate une disparition progressive du métal et un dégagement gazeux (qui explose à la moindre étincelle).

A. Action des pluies acides sur le zinc

Les deux couples oxydant/réducteur mis en jeu sont :

$\text{H}^+_{(\text{aq})}/\text{H}_{2(\text{g})}$ de potentiel redox $E^0 = 0,00 \text{ V}$ et $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ de potentiel redox $E^0 = -0,76 \text{ V}$

1. L'association de ces deux couples constitue une pile.

1.1. **Quelle serait** la borne moins de cette pile ?

1.2. **Donner** la valeur de la force électromotrice E attendue pour cette pile.

2. **A quelle borne** de la pile y a-t-il oxydation ?

3. **Donner** l'équation globale de la réaction de fonctionnement de cette pile.

B. Action des pluies acides sur le cuivre

Les deux couples oxydants/réducteurs mis en jeu sont :

$\text{H}^+_{(\text{aq})}/\text{H}_{2(\text{g})}$ de potentiel redox $E^0 = 0,00 \text{ V}$ et $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}_{(\text{s})}$ de potentiel redox $E^0 = +0,34 \text{ V}$.

1. L'association de ces deux couples constitue une pile.

Quelle est la valeur de la force électromotrice E attendue pour cette pile.

2. **A quelle borne** de la pile y a-t-il réduction ?

3. **Donner** l'équation globale de la réaction de fonctionnement de cette pile.

C. Conclusion

1. **Quel est** le gaz dégagé qui explose dans l'air à la moindre étincelle lorsque l'on plonge le zinc dans une solution acide ?

2. **Expliquer** pourquoi, indépendamment du coût, la gouttière en cuivre sera préférée à la gouttière en zinc dans les régions où les pluies acides sont fréquentes.

Exercice n°6: Corrosion et protection

On cherche à protéger une canalisation en fonte (alliage contenant essentiellement du fer) enfouie dans le sol.

1. **Citer** au moins un oxydant (molécule, ion) susceptible, dans ces conditions d'enfouissement, d'oxyder le fer en Fe^{2+} .

La suite de l'exercice est consacrée à la protection de cette ca

Celle-ci est reliée à une électrode de magnésium à l'aide d'un fil conducteur (voir schéma ci-dessus).

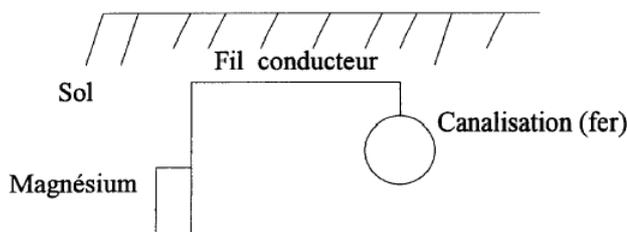
On admet que le pouvoir réducteur du couple Mg^{2+}/Mg est supérieur à celui du couple Fe^{2+}/Fe .

2. **Expliquer** pourquoi le magnésium est capable de protéger la canalisation.

3. **Écrire** les demi-équations électrochimiques qui se produisent sur la canalisation en fonte et sur l'électrode de magnésium. Indiquer l'oxydation et la réduction. **Donner** l'équation globale d'oxydoréduction.

4. **Donner** le sens de circulation des électrons dans ce montage. **Indiquer** l'anode et la cathode.

5. **Citer** deux autres méthodes de protection des métaux contre la corrosion.



Exercice n°7: action de l'air humide sur un châssis de fenêtre en aluminium (BTS EB 2005)

Données: masses molaires atomiques: $M_{Al} = 27 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

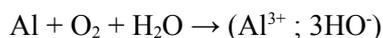
Couple oxydant réducteur – potentiels standards:

Couple oxydant/réducteur	Potentiel standard (V)	Demi-équation électronique
O_2/HO^-	0,4	$O_2 + 2 H_2O + 4 e^- \rightarrow 4 HO^-$
Cu^{2+}/Cu	0,34	$Cu^{2+} + 2 e^- \rightarrow Cu$
Fe^{2+}/Fe	-0,44	$Fe^{2+} + 2 e^- \rightarrow Fe$
Al^{3+}/Al	-1,67	

1- **Écrivez et équilibrez** la demi-équation électronique du couple Al^{3+}/Al .

2- L'exposition de l'aluminium à l'air humide provoque une réaction chimique qui produit de l'alumine de formule $Al(OH)_3$ qui, sous forme ionique, peut aussi s'écrire $(Al^{3+} ; 3HO^-)$.

A l'aide des deux demi-équations des couples Al^{3+}/Al et O_2/HO^- , **équilibrez** l'équation bilan suivante qui résulte de cette réaction chimique:



3- Une masse $m = 100 \text{ g}$ d'aluminium a réagi avec le dioxygène de l'air et l'eau pour former l'alumine.

3.1 **Calculez** la masse molaire de l'alumine.

3.2 **Quelle est** la quantité de matière qui a réagi ?

3.3 **Quelle est** la masse d'alumine formée ?