

1. Nomenclature, états d'oxydation et structure de Lewis

(2 pts)

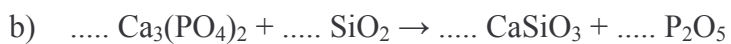
Complétez le tableau ci-dessous.

Substance	Nom IUPAC	Etat d'oxydation	Structure de Lewis
NH ₃		N =	
NH ₄ Cl		N =	
NO		N =	
NO ₂		N =	

2. Stoechiométrie

(2 pts)

Equilibrez les réactions suivantes:



3. Bouillotte chimique

(2 pts)

Les propriétés physico-chimiques de certains sels peuvent être mises à profit pour la constitution de bouillottes chimiques. Par exemple, le simple fait de plier une pièce métallique placée dans une solution aqueuse sursaturée en acétate de sodium (le tout étant fermé hermétiquement dans une poche souple) aboutit à la formation d'un précipité blanc et à un dégagement de chaleur pouvant atteindre 50°C.

a) Quel est le rôle de la pièce métallique ?

.....
.....
.....

b) Quelle est la réaction chimique associée à ce phénomène ?

.....

c) Cette réaction, est-elle spontanée au sens de Gibbs ? Motivez votre réponse.

.....
.....
.....

d) Est-il possible de régénérer la bouillotte chimique ? Si oui, comment ? Si non, pourquoi ?

.....
.....
.....

4. Spectroscopie

(2 pts)

Parmi les techniques spectroscopiques suivantes :

- résonance magnétique nucléaire (RMN)
- ultraviolet-visible (UV-VIS)
- infrarouge (IR)
- absorption atomique
- spectromètre de masse à source plasma (ICP-MS)
- fluorescence X
- diffraction des rayons X
- diffraction laser

En justifiant votre choix, quelle est la technique la plus appropriée pour déterminer :

a) les fonctions d'une molécule organique ?

.....
.....

b) la structure spatiale d'une molécule organique ?

.....
.....

c) la structure spatiale d'une molécule minérale ?

.....
.....

d) la teneur en ions métalliques d'une eau de rivière peu polluée ?

.....
.....

e) les constituants d'un alliage ?

.....
.....

f) la taille des particules présentes dans une eau à usage pharmaceutique ?

.....
.....

5. Solution tampon et solubilité

(2 pts)

- a) Quelle quantité en mol de méthanoate de sodium, faut-il ajouter à 50mL d'une solution d'acide méthanoïque de concentration $c = 0.08 \text{ mol/L}$ pour obtenir une solution tampon de $\text{pH}=3.5$. On considère que cette addition se fait sans variation de volume.

Données : pK_a (acide méthanoïque) = 3.8

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- b) On dispose d'une solution contenant des ions Fe^{2+} de concentration $c = 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ que l'on amène à un pH de 3.5 par adjonction d'une solution tampon concentrée. On considère que cette addition se fait sans variation de volume. Y a-t-il précipitation d'hydroxyde de fer (II) ?

Données : Hydroxyde de fer (II), $K_S = 8.0 \cdot 10^{-16}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

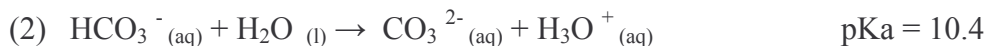
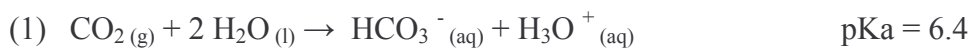
.....

6. Eau naturelle

(2 pts)

Certaines eaux naturelles sont gazeuses car elles contiennent du dioxyde de carbone dissous.

Les équilibres chimiques sont :



- a) Selon une nomenclature obsolète, le dioxyde de carbone était également nommé anhydride carbonique. Pour quelle(s) raison(s) ?

.....
.....
.....

- b) L'anion hydrogénocarbonate est-il un ampholyte ? Motivez votre réponse.

.....
.....
.....

- c) Dans une eau naturelle, quelle est l'espèce majoritaire entre le carbonate et l'hydrogénocarbonate ? Motivez votre réponse.

.....
.....
.....

- d) On observe un dégagement gazeux lorsque l'on ajoute du jus de citron à une eau naturelle. Expliquez ce phénomène

.....
.....
.....
.....
.....

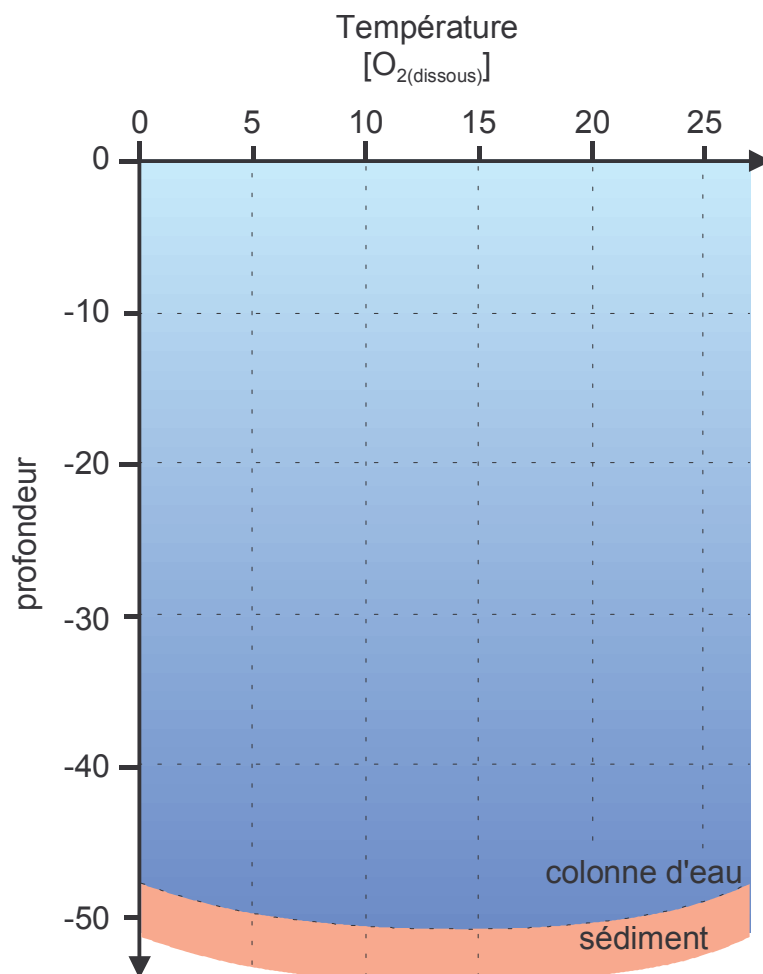
7. Processus physico-chimiques environnementaux

(2 pts)

L'eutrophisation (excès de nutriments -principalement nitrate et phosphate- et production massive d'algues) peut conduire à des lacs fortement déséquilibrés chimiquement en période estivale:

- Eaux de surface "homogènement" chaudes et riches en dioxygène dissous $O_{2(aq)}$ (p.ex. 10 mg/L)
- Eaux de profondeur "homogènement" froides et pauvres en dioxygène dissous
- Eaux de surface et de profondeur ne se mélangeant pas et fonctionnant comme 2 compartiments "indépendants"
- Sédiments profonds totalement appauvris en dioxygène dissous

- a) Sur le graphique ci-dessous, tracez les profils attendus de température et de dioxygène dissous dans un lac fortement eutrophisé; indiquez les unités sur les axes.



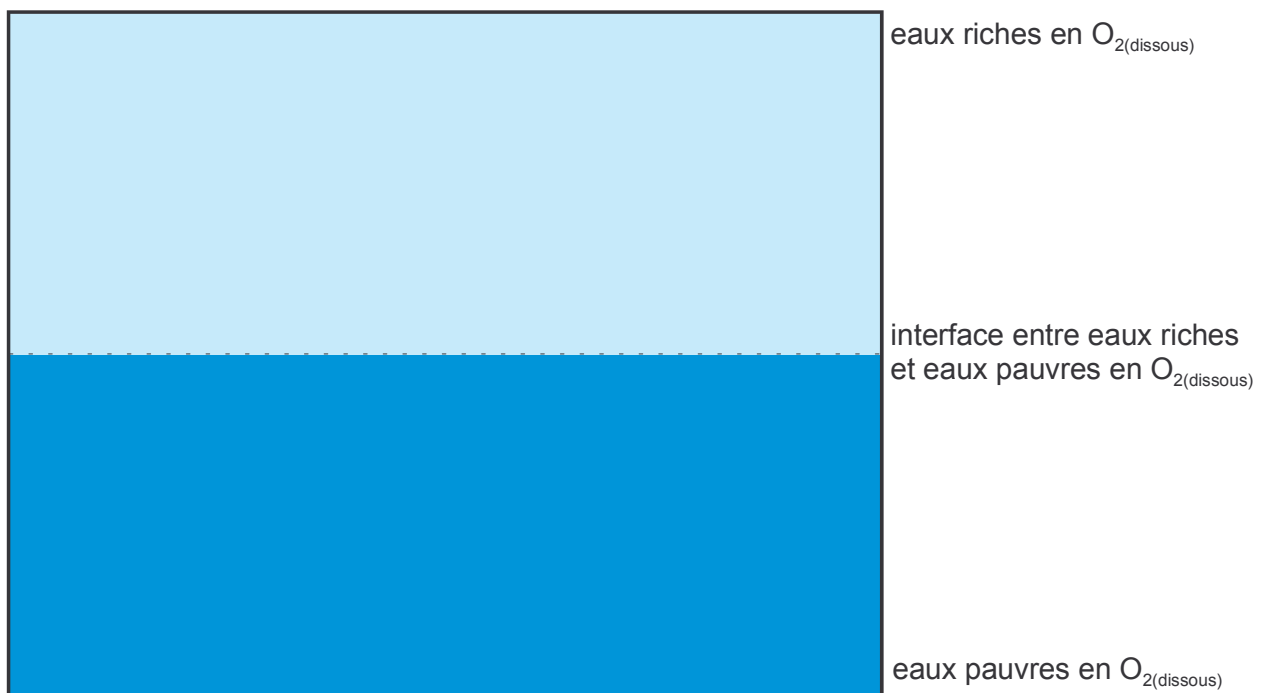
b) En absence de dioxygène dissous, le fer peut exister sous forme réduite et dissoute, fer ferreux $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$.

Inversement, en présence de dioxygène dissous, le fer ferreux s'oxyde rapidement en fer ferrique $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ qui précipite instantanément en hydroxyde de fer et forme des particules denses.

Les particules contenant le fer ferrique peuvent se réduire lentement en fer ferreux dissous lorsqu'elle sédimentent dans les eaux pauvres en oxygène dissous.

Dans les compartiments du schéma ci-dessous, indiquez

- Où se trouvent les formes réduite et oxydée du fer
- Quelle(s) réaction(s) équilibrée(s) condui(sen)t à la formation d'hydroxyde de fer ferrique (placez cette/ces réaction(s) dans le bon compartiment)
- Quel trajet l'hydroxyde de fer ferrique peut-il subir lorsqu'il est formé (utilisez une flèche pour symboliser ce trajet)
- Quelle(s) réaction(s) équilibrée(s) condui(sen)t à la réduction d'hydroxyde de fer ferrique (placez cette/ces réaction(s) dans le bon compartiment)



c) L'oxydation du fer ferreux conduit-elle à l'acidification ou à la basification du milieu?

.....
.....

d) Pourquoi le déséquilibre entre les eaux riches et les eaux pauvres en dioxygène dissous est-il un problème environnemental?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

8. Vrai ou faux (Soulignez la réponse correcte)

(2 pts)

a) Une réaction de combustion est toujours exothermique

Vrai/Faux

b) L'acide fluorhydrique est un acide faible

Vrai/Faux

c) L'indice de saponification est égal à la somme de l'indice d'acide et de l'indice d'ester

Vrai/Faux

d) La variation d'entropie associée à la dispersion d'une encre dans de l'eau est négative

Vrai/Faux

e) Les protéines sont des polymères d'acides aminés

Vrai/Faux

f) Le bronze est un alliage de cuivre et de zinc

Vrai/Faux

9. Sécurité - environnement

(2 pts)

Vous êtes chargé-e de procéder à l'élimination des stocks périmés de 9 substances chimiques dans votre laboratoire. Vous n'avez cependant que 2 récipients de récupération à disposition et vous devez donc user de votre connaissance des réactions chimiques et de votre esprit pratique pour réduire à 2 le nombre de lots de déchets qui seront acheminés au Centre de Traitement des Déchets Dangereux, tout en respectant les règles de sécurité des personnes et de protection de l'environnement.

- a) Dans le tableau ci-dessous, indiquez, pour les substances qui présentent un danger pour vous, les précautions de protection que vous devez adopter pour leur manipulation.
- b) Proposez un plan d'élimination optimal, en mentionnant toutes les substances que l'on peut faire réagir chimiquement ensemble afin de produire un composé non toxique ou moins toxique qui pourra peut-être être éliminé différemment (lorsque des réactions chimiques sont proposées, il n'est pas nécessaire d'équilibrer les réactions).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Substance	Formule	Forme, état	Toxicité européenne	Autres informations	Précautions particulières à adopter
dichromate de potassium	$K_2Cr_2O_{7(aq)}$	Solution concentrée	T+ N	$Cr^{VI+}_{(aq)} + 3e^-$ $\rightarrow Cr^{III+}_{(s)}$	
<u>Toxicité suisse:</u> CH-3; cancérigène, mutagène, comburant, oxydant, très toxique, dangereux pour l'environnement					
acide sulfurique	$H_2SO_{4(aq)}$	Solution concentrée	C		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-2; poison très puissant, corrosif					
fer	Fe	Limaille grossière	Xi		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-libre					
dioxyde de soufre	$SO_{2(g)}$	cylindre de gaz	T+	$SO_{2(g)} - 2e^-$ $\rightarrow SO_{4^{2-}}_{(aq)}$	
<u>Toxicité suisse:</u> CH-3; réducteur, très toxique					
hydroxyde de sodium	$NaOH_{(s)}$	pastilles	C		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-2; poison très puissant, corrosif					
trioxyde de chrome	$Cr_2O_{3(s)}$	solide floconneux	-		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-libre					
chlorure de sodium	$NaCl_{(s)}$	solide cristallin fin	-		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-libre					
tétrachlorure de carbone	CCl_4	solvant	T+ N		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-1*; cancérigène, mutagène, très toxique, dangereux pour l'environnement					
sulfate de cuivre pentahydraté	$CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(s)}$	solide cristallin grossier	Xn N		
<u>Toxicité suisse:</u> CH-3; toxique, dangereux pour l'environnement					