

NOM :

Prénom :

Evaluation n°1 (Durée 2h) – Correction

CALCULATRICE AUTORISEE !!! Un soin tout particulier sera apporté à la rédaction, à l'orthographe et à la présentation.

Les principales compétences (notées sous la forme C...) de la séquence 1 sont évaluées dans ce devoir ainsi que certaines compétences de Première Spé

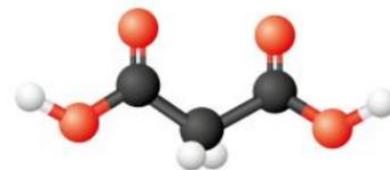
Le bilan de compétences vous permettra de faire un diagnostic de vos acquis.

EXERCICE I – L'acide Malonique (4 points)

L'acide malonique, aussi appelé l'acide propanedioïque, se présente sous la forme de poudre cristalline blanche soluble dans l'eau.

1. Justifier les parties en gras du nom l'acide **propanedioïque**. (1)

Il y a deux groupes carboxyles -COOH et 3 atomes de C dans la chaîne principale



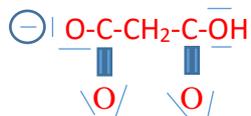
1Spé

2. Ecrire la formule semi-développée de cette molécule. (0,5)



1Spé

3. Par perte d'un ion H^+ , l'acide malonique se transforme en ion hydrogénomalonnate. Entourer sur la formule semi développée un atome d'hydrogène susceptible d'être libéré et expliquer pourquoi il serait libéré. (0,25 + 1 + 0,5)

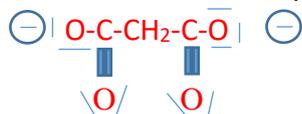


C5

L'hydrogène est impliqué dans une liaison polarisée O – H

L'atome O porte une charge partielle négative et l'atome d'hydrogène porte une charge partielle positive. Cette liaison est susceptible d'être rompue.

4. L'ion hydrogénomalonnate peut à son tour se transformer en ion malonnate par perte d'un ion H^+ . Donner la représentation de Lewis de l'ion malonnate. (0,25)



C5

5. Parmi les espèces citées, y a-t-il une espèce amphotère ? Justifier. (0,5)

L'ion hydrogénomalonnate est une espèce amphotère car elle joue le rôle de base conjuguée de l'acide propanedioïque mais elle est aussi l'acide conjugué de l'ion malonnate

C3

EXERCICE II – Qui c'est ? (4 points)

Un élève doit identifier l'espèce acide notée HA (couple $\text{HA}_{(\text{aq})}/\text{A}^{-}_{(\text{aq})}$) présente dans une solution aqueuse S de concentration en acide $c_{\text{HA}} = 3,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. HA peut être de l'acide nitrique ou de l'acide éthanioïque. Seul le premier de ces deux acides réagit totalement avec l'eau.

- Définir une espèce acide selon Brönsted. (0,5)
Espèce susceptible de libérer un ion H^+
- Ecrire l'équation représentant la réaction d'une espèce acide HA avec l'eau. (1)
$$HA + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$$
- En supposant cette réaction totale, quelle devrait être la concentration en ions oxonium ? (1)
 $[H_3O^+] = c_{AH} = 3,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- Calculer alors le pH qu'aurait dû mesurer l'élève s'il avait eu en sa possession un pH-mètre (en supposant que la réaction de AH avec l'eau est totale). (1)
 $pH = -\log(3,5 \times 10^{-3}) = 2,5$
- L'élève finit par se procurer un pH-mètre. Il mesure $pH = 2,5$. Alors, qui est HA parmi les deux acides proposés ? (0,5)
On retrouve le résultat du calcul, l'acide réagit totalement avec l'eau, il s'agit donc de l'acide nitrique

C6

1Spé

C8

EXERCICE III – LACS ACIDES (5 points)

Le territoire du Québec possède de nombreux lacs appelés « lacs acides » dont le pH est inférieur à 5,5. L'acidité de tels lacs peut être d'origine naturelle ou humaine. Le terme « lac acidifié » est utilisé dans ce dernier cas. Cette acidification est généralement survenue au cours des 40 à 100 dernières années. Certaines communes du Québec ont utilisé une technique appelée *chaulage* pour lutter contre l'acidification de leurs lacs. Ils ajoutent par hélicoptère du carbonate de calcium $CaCO_3(s)$ afin de faire remonter le pH de l'eau du lac.



D'après *La problématique des lacs acides au Québec*, J. Dupont, Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs

Des scientifiques ont effectué des prélèvements dans un lac. Le résultat est tombé. Ce lac de volume $V = 5,0 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ est un lac acide dont le pH vaut initialement 5,2.

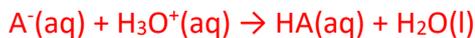
- Calculer la concentration en ions oxonium de l'eau du lac acide puis la quantité de matière n_1 d'ions H_3O^+ contenus dans ce lac ? (1)
 $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5,2} = 6,3 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$
- Déterminer la formule de la base conjuguée de l'acide nitrique en écrivant la demi-équation de ce couple. Donner le couple acide base correspondant. (0,5 + 0,5)
 $HNO_{3(aq)} = H^+(aq) + NO_3^-(aq)$ couple $HNO_{3(aq)} / NO_3^-(aq)$
- Écrire l'équation de la réaction supposée totale de cet acide avec l'eau. (0,5)
 $HNO_{3(aq)} + H_2O(l) \rightarrow NO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$
- On souhaite remonter le pH du lac par ajout de carbonate de calcium, une base que l'on notera A^- . Écrire la réaction supposée totale entre cette base et les ions oxonium de l'eau du lac. (0,5)

C8

C7

C6

C6



5. Calculer la quantité de matière n_2 (en mol) de base qu'il faudra ajouter dans le lac pour atteindre $pH = 6,0$. (2)

$$n_2 = n_i(H_3O^+) - n_f(H_3O^+) = [H_3O^+]_i \times V - [H_3O^+]_f \times V = (10^{-pH_i} - 10^{-pH_f}) \times V = (10^{-5,2} - 10^{-6}) \times 5,0 \times 10^8 \times 10^3 = 2,7 \times 10^6 \text{ mol}$$



6. (0,5 pt) Quel est le coût de l'opération si la base utilisée est du carbonate de calcium de masse molaire $M = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et dont le prix est de 50 € la tonne? Commenter le résultat.

$$m = n_2 \times M = 2,7 \times 10^6 \times 100 = 2,7 \times 10^8 \text{ g soit une masse de 270 tonnes soit un coût de } 270 \times 50 = 13500 \text{ €}$$

1Spé

EXERCICE IV – LES CALCULS URINAIRES (7 points)

Les calculs urinaires sont des concrétions minérales qui se forment dans les voies urinaires. La formation de calculs découle des prédispositions génétiques mais surtout de l'alimentation et d'un manque d'hydratation.



Ainsi, un pH acide favorise la formation de cristaux d'acide urique, un solide ionique de formule $C_5H_4N_4O_3(s)$. Ces cristaux peuvent être dissouts dans les voies urinaires en buvant chaque jour 1 à 2 L d'eau de type « eau de Vichy ».

SOURCE ROYALE COMPOSITION MOYENNE EN MG/L :			
Bicarbonates*	4368	Sodium	1708
Chlorures	322	Potassium	110
Sulfates	174	Calcium	90
Fluorures	<1,5	Magnésium	11
Minéralisation totale			
Extrait sec à 180°C : 4774mg/l - pH : 6.6			

Le rôle du pH urinaire est essentiel dans la formation des calculs d'acide urique. En effet, si le pH de l'urine est voisin de 5, alors tout l'acide urique est présent à l'état non ionisé insoluble, sous la forme $C_5H_4N_4O_3(s)$.

Données :

• Masses molaires atomiques :

$$M_H = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} ; M_C = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} ; M_N = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} ; M_O = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

En revanche, si le pH de l'urine est voisin de 7, alors 95 % de l'acide urique sont sous la forme de sa base conjuguée, l'ion urate, soluble en solution aqueuse. Ainsi, tout facteur favorisant l'acidité des urines engendrera la formation de calculs d'acide urique.

PARTIE 1 :

1. Ecrire la demi équation acide-base associée au couple acide urique/ion urate en solution aqueuse. (0,25) C1



2. a. D'après l'étiquette fournie, quelle est l'espèce ionique majoritaire dans l'eau de Vichy ? (0,25)

les ions hydrogénocarbonates

- b. À quels couples acide-base cette espèce ionique appartient-elle ? (0,5) C2



3. a. Expliquer en quoi la consommation d'eau de Vichy peut aider à la dissolution d'un calcul d'acide urique. (0,25) C6

l'acide urique va réagir avec l'ion hydrogénocarbonate (qui est une base) pour se transformer en ion urate, les calculs vont être dissouts

- b. Écrire l'équation de la réaction acide-base expliquant ce phénomène. (0,25) C6



PARTIE 2 :

Un homme de 55 ans ressent depuis quelques temps des douleurs dorsales. Son médecin lui prescrit une analyse d'urine afin de déterminer son taux d'acide urique. Pour cela, le patient doit collecter ta totalité de ses urines pendant 24 heures, puis les remettre à un laboratoire d'analyses médicales. L'uricémie, ou taux d'acide urique, est normale si la masse d'acide urique dans les urines de 24 h est comprise entre 250 mg et 750 mg. Le pH des urines de ce patient vaut 6,8 et le volume total des urines est de 1,5 L.

4. Déterminer l'espèce du couple acide urique/ion urate, qui est prédominante dans les urines. (0,25)

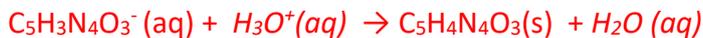
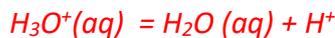
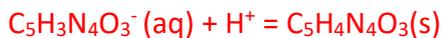
Pour un pH de 6,8 voisin de 7 c'est l'ion urate qui est prédominant

Le laborantin prélève un échantillon d'urine de volume $V = 50,0$ mL. Pour déterminer le taux d'acide urique, il faut transformer toute la quantité de l'espèce prédominante dans l'urine en son espèce conjuguée. Pour cela, il doit verser un volume minimum $V_A = 10,2$ mL d'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq)$, $Cl^-(aq)$) de concentration $c_A = 2,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

5. a. Identifier les couples acide-base mis en jeu lors de cette réaction. (0,5)



b. Déterminer les demi-équations acide-base et l'équation modélisant cette transformation suppose totale. (1)



c. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous et déterminer l'avancement final. (0,75)

C7

C6

1Spé

Equation chimique		$C_5H_3N_4O_3^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow C_5H_4N_4O_3(s) + H_2O(aq)$			
Etats	Avancement	Quantités de matière (mol)			
Initial	X=0	n_1	n_2	0	Solvant
Intermédiaire	X	$n_1 - X$	$n_2 - X$	X	Solvant
Final	X_{max}	$n_1 - X_{max}$	$n_2 - X_{max}$	X_{max}	Solvant

d. En déduire la quantité de matière d'espèce prédominante contenue dans la totalité des urines du patient. (1)

Avec le volume minimal d'acide chlorhydrique, les deux réactifs sont limitants donc on a :

$n_1 - X_{max} = n_2 - X_{max} = 0$ soit $n_1 = n_2 = c_A \times V_A = 2,00 \times 10^{-2} \times 10,2 \times 10^{-3} = 2,04 \times 10^{-4}$ mol

1Spé

e. Sachant que cette quantité de matière est la même que celle de l'acide urique, déterminer la masse d'acide urique $m_{\text{acide urique}}$, contenue dans les urines du patient. (1,5)

$$m_{\text{acide urique}} = n(\text{acide urique}) \times M(\text{acide urique}) = n(\text{H}_3\text{O}^+) \times M(\text{acide urique})$$
$$= 2,04 \times 10^{-4} \times (5 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 4 \times 140 + 3 \times 16,0) = 3,43 \times 10^{-2} \text{ g} = 34,3 \text{ mg dans } 50 \text{ mL d'urine}$$

Dans 1,5 L d'urine il y a donc $m = 30 \times 34,3 = 1030 \text{ mg}$

6. L'uricémie du patient est-elle normale ? Justifier la réponse. (0,25)

L'uricémie est anormale car supérieure à 750 mg

7. Que risque le patient si son alimentation favorise une diminution du pH de ses urines ? Justifier la réponse. (0,25)

Il risque la formation de calculs. Les ions urates risquent de se transformer en acide urique en milieu plus acide.

1Spé

C6

THIS IS THE END !

Sondage : Tu penses avoir :

- Mal réussi ton devoir ? ☹
- Assez bien réussi ton devoir ? 😊
- Réussi ton devoir ? 😄

