

Devoir du samedi 11 mars 2017

L'acide lactique, un acide présent dans les fluides corporels et/ou naturels

Données, à 37°C :

Produit ionique de l'eau	$K_e = 2,40 \cdot 10^{-14}$
Constante d'acidité	$K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-) = 4,30 \cdot 10^{-7}$ et $K_{a2}(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 5,60 \cdot 10^{-11}$ $\text{p}K_a(\text{AH}/\text{A}^-) = 3,9$ où AH est l'acide lactique.
Masse molaire	$M(\text{AH}) = 90,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ où AH est l'acide lactique.
Concentration de référence	$c^0 = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ pression standard $p^0 = 1 \text{ bar}$

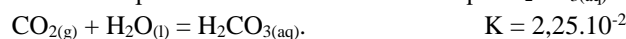
I La molécule d'acide lactique

L'acide lactique est l'acide 2-hydroxypropanoïque. Son carbone asymétrique est de configuration S dans les cellules vivantes. Donner la structure de Lewis correspondante puis une représentation de Cram pour cette molécule.

II L'acide lactique dans le sang

Le sang contient un système de tampons efficaces permettant au pH sanguin d'évoluer dans un domaine très étroit de pH. Si le pH du sang sort de l'intervalle 7,0-7,8, des dommages cellulaires irréversibles sont provoqués.

Un des tampons fait intervenir le CO_2 et les espèces qui en dérivent. Il y a en permanence un équilibre entre le dioxyde de carbone gazeux de l'air expiré dans les alvéoles pulmonaires et l'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ selon l'équation, de constante K :



- Déterminer le diagramme de prédominance du diacide H_2CO_3 .
- Chez un sujet sain, la pression partielle en CO_2 dans l'air expiré est de 53 mbar et le pH sanguin vaut 7,40. Montrer que la concentration en H_2CO_3 est alors constante, la déterminer et en déduire les concentrations des autres espèces carbonatées HCO_3^- et CO_3^{2-} .
- Lors d'un effort physique important, il se forme de l'acide lactique noté AH.
 - A la suite d'un exercice musculaire violent, l'organisme d'un sportif produit cet acide lactique à raison de $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ dans le sang. On considère dans cette question qu'on empêche les échanges gazeux pulmonaires et que le sang est donc un système fermé où les concentrations apportées en espèces carbonatées issue de H_2CO_3 sont celles de la question précédente. Déterminer alors le pH sanguin après l'effort et commenter.
 - En réalité, les échanges gazeux permettent de réguler la concentration en espèces carbonatées dissoutes dans le sang, le système est ouvert et la concentration en H_2CO_3 correspond à celle calculée en question 2), les autres concentrations des espèces carbonées étant constantes par rapport au cas précédent. Déterminer alors la nouvelle valeur de pH dans ces conditions. Commenter.
 - Un pH trop faible, dû à une concentration excessive en acide carbonique dans le sang, entraîne de violents maux de tête. Que conseiller à une personne souffrant de ces maux de tête ?

III L'acide lactique dans le lait

Le lait de vache est un liquide biologique de densité 1,03. L'industrie laitière met en œuvre divers contrôles de qualité du lait, avant de procéder à sa transformation (production de yaourts par exemple) ou à sa commercialisation. Un lait frais est légèrement acide, son pH est compris entre 6,6 et 6,8. Cependant, le lactose subit naturellement une dégradation biochimique progressive sous l'effet des bactéries, et il se transforme en acide lactique. En conséquence, plus le pH du lait est faible et moins il est frais. L'industrie laitière utilise le degré Dornic pour quantifier l'acidité d'un lait. Un degré Dornic (1 °D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait. Pour être considéré comme frais, un lait doit avoir une acidité inférieure ou égale à 18 °D. On procède au titrage de 10,0 mL de lait par de la soude de concentration $c_1 = 0,0100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le titrage se fait à 37°C et est suivi par pHmétrie ; on obtient la courbe de la page suivante.

- Rappeler les conditions pour qu'une réaction soit support de titrage. Quelle est la réaction de titrage ici ? Est-elle quantitative ? Justifier.
- Le lait titré est-il frais ? Justifier.
- Retrouver, par le calcul, la valeur du pH du lait initial et déterminer les pourcentages des formes acide et basique du couple acide lactique/ion lactate correspondants.
- Mêmes questions à la ½ équivalence.

