

Le but de cet exercice est d'expliquer, de façon très simplifiée, les processus mis en jeu lors de l'apparition d'une crampe pendant un exercice physique violent.

Le pH du sang est principalement imposé par le couple $\text{CO}_2(\text{aq})/\text{HCO}_3^-$.

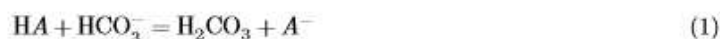
Dans le sang d'une personne au repos, les concentrations en $\text{CO}_2(\text{aq})$ et en HCO_3^- sont respectivement de $2,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de $22 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

1. D'où proviennent les espèces carbonées présentes dans le sang ?

Calculer le pH du sang d'une personne au repos.

Montrer que l'espèce CO_3^{2-} est négligeable à ce pH.

2. Au cours d'efforts physiques importants, il se forme, dans les muscles, de l'acide lactique, noté HA. Cet acide passe dans le sang où, pour être éliminé, il doit être transformé en ions lactate, notés A^- , par :



(H_2CO_3 est en fait $\text{CO}_2(\text{aq})$)

Pourquoi est-ce presque exclusivement la **réaction 1** qui permet de transformer HA en A^- ? Calculer sa constante d'équilibre ; conclure.

3. Après un effort violent, l'acide lactique passe dans le sang à raison d'environ $3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Une accumulation trop importante de cet acide lactique est responsable du phénomène de crampe.

Indiquer intuitivement le sens de variation du pH dans le sang ; calculer ensuite précisément ce pH du sang après l'effort.

4. Proposer une méthode permettant d'accéder à la quantité d'acide lactique passée dans le sang pendant l'effort ($3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ donnés ci-dessus).

Données

Constantes d'acidité relatives aux couples faisant intervenir les espèces issues de $\text{CO}_2(\text{aq})$:

$$K_{A1} = 4,0 \times 10^{-7} \quad \text{et} \quad K_{A2} = 5,0 \times 10^{-11}$$

L'acide lactique $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ est un monoacide faible de constante d'acidité $K_{A3} = 1,4 \times 10^{-4}$.



Exercice : Optique

Soit L une lentille mince divergente, de centre optique O et de foyers objet F et image F' . Sa distance focale est définie par $f' = \overline{OF'}$. L donne, d'un objet AB , une image $A'B'$ dans le même sens mais deux fois plus grande.

- 1) Localiser, sur l'axe optique, les points A et A'
- 2) Confirmer ce résultat par une construction géométrique.

Corrigé :

1) Le carbone provient de notre alimentation. Notre organisme utilise une partie du dioxygène respiré et le convertit en dioxyde de carbone.

Nous sommes donc on a un pH pour lequel, on a une majorité d'ions HCO_3^- : $6,4 \leq pH \leq 10,3$. Si on prend l'expression de la constante d'acidifié alors $pH = pKa +$

$$\text{Log} \frac{[HCO_3^-]}{[H_2O, CO_2]} = 7,4$$

A ce pH bien inférieur à 9,3, l'ion carbonate est bien minoritaire.

2) Le pKa de l'acide lactique est de 3,8 : on a donc une réaction presque totale entre cet acide et l'ion basique HCO_3^- : $K = 10^{2,6}$ c'est la réaction prépondérante.

3) La production d'acide conduit à la consommation d'ions HCO_3^- et donc à la formation d'acide carbonique : le pH diminue.

En supposant la réaction totale, $[HCO_3^-] \approx 19 \text{ mmol/L}$ et $[H_2O, CO_2] = 5,3 \text{ mmol/L}$

$$\text{soit } pH = pKa + \text{Log} \frac{[HCO_3^-]}{[H_2O, CO_2]} = 7,0$$

Si on suppose la réaction quantitative mais pas totale alors :

$$10^{2,6} = \frac{\xi([CO_2]_0 + \xi)}{([HCO_3^-]_0 - \xi)([AH]_0 - \xi)}, \text{ on trouve alors } \xi \approx 3,0 \text{ mmol/L}$$

$$4) \text{ On a } ([AH]_0) = \xi + \frac{\xi([CO_2]_0 + \xi)}{([HCO_3^-]_0 - \xi)K} \approx \xi \left(1 + \frac{([CO_2]_0 + \xi)}{([HCO_3^-]_0)K} \right) \approx \xi$$

Or $pH = pKa + \text{Log} \frac{([HCO_3^-]_0 - \xi)}{([CO_2]_0 + \xi)} \approx pKa + \text{Log} \frac{([HCO_3^-]_0)}{([CO_2]_0 + \xi)}$ donc la connaissance du pH après effort donne accès à l'avancement, puis à $([AH]_0)$

Exercice : Optique

$$\text{Par hypothèse : } \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 2 \text{ ainsi } -\frac{2}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = -\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} \text{ soit } \overline{OA'} = -f' < 0 \text{ et } \overline{OA} = -\frac{f'}{2}$$