TERMINALE SPÉCIALITÉ PHYSIQUE-CHIMIE
DEVOIR EN CLASSE N°5 – SESSION DU 12/02/2021 – Proposition de correction

EXERCICE I. TRANSPORT DU DIOXYGÈNE DANS LE SANG (12 points)

1. Transport du dioxygène dans l'organisme par l'hémoglobine du sang

1.1. ***(1 pt)***

$n_0 = \dfrac{m}{M(Hb)}$; $n_0 = \dfrac{15}{1,6\times10^4}$ = $9,4\times10^{-4}$ mol

1.2. ***(1 pt)***
Le dioxygène étant en excès, le réactif limitant est Hb et serait totalement consommé :
$n_0 - x_{max} = 0$; $\mathbf{x_{max} = n_0 = 9,4\times10^{-4}}$ **mol**

1.3. ***(1 pt)***

Taux d'avancement final : $\tau_f = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$ alors $\mathbf{x_f = \tau_f \times x_{max}}$; $x_f = 0,97\times9,4\times10^{-4}$ = $\mathbf{9,1\times10^{-4}}$ **mol**

1.4. ***(1 pt)***

		$Hb_{(aq)}$	+ $O_{2(aq)}$ =	$HbO_{2(aq)}$
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)		
État initial	x = 0	n_0	excès	0
En cours de transformation	x	$n_0 - x$	excès	x
État final si totale	x_{max}	$n_0 - x_{max}$	excès	x_{max}
État final	x_f	$n_0 - x_f$	excès	x_f

Dans l'état final, le volume V = 100 mL de sang contient x_f mol de sous-unités d'oxyhémoglobine HbO_2, soit $\mathbf{9,1\times10^{-4}}$ **mol**.

1.5. ***(1 pt)***
Lorsqu'un volume V = 0,100 L de sang est oxygéné, x_f mol de sous-unités Hb sont consommées,
En une minute un volume V_S = 5,0 L de sang est oxygéné, n_S mol de sous-unités Hb sont consommées.

Par proportionnalité : $n_S = \dfrac{V_S}{V}.x_f$; $n_S = \dfrac{5,0}{0,100}\times9,1\times10^{-4}$ = $\mathbf{4,5\times10^{-2}}$ mol

2. Libération du dioxygène au niveau des organes

2.1. ***(1 pt)***

$Q_{r1} = \dfrac{\left[HbO_{2(aq)}\right]_1 c^0}{\left[Hb_{(aq)}\right]_1.\left[O_{2(aq)}\right]_1}$; $Q_{r1} = \dfrac{9,1\times10^{-3}\times 1,00}{2,8\times10^{-4}\times3,6\times10^{-5}}$ = $\mathbf{9,0\times10^{5}}$

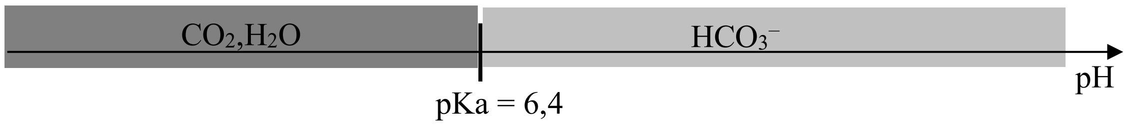
2.2. ***(1 pt)***
$K_1 = 3{,}0\times10^5$ donc $Q_{r1} > K_1$. Le système chimique évolue dans le sens inverse de l'équation (1). Il y a libération de dioxygène au niveau des organes.

3. Et lors d'un effort musculaire ?

3.1. ***(1 pt)***
L'acide CO_2,H_2O cède un proton à la base H_2O :

$CO_2,H_2O + H_2O_{(l)} = HCO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+$ équation (2)

3.2. ***(1 pt)***
Domaines de prédominance des espèces du couple CO_2,H_2O / HCO_3^- :



3.3. ***(1 pt)***
Pour pH = 7,4 > pKa la base HCO_3^- prédomine.

3.4. ***(1 pt)***
La dissolution du dioxyde de carbone libère des ions oxonium H_3O^+ (cf. réaction 2) dans le sang. $[H_3O^+]$ augmente, or pH = – log $[H_3O^+]$ donc le pH diminue.

3.5. ***(1 pt)***
$HbO_2(aq) + H_3O^+ = O_2(aq) + HbH^+(aq) + H_2O$ équation (3)
L'apport d'ions H_3O^+ dû à la réaction d'équation (2), favorise la réaction en sens direct d'équation (3). Ainsi, les ions oxonium sont consommés ce qui évite la diminution du pH sanguin évoquée en 3.4. et ce qui permet la libération de dioxygène nécessaire à l'effort musculaire.

EXERCICE II. PILE AU CITRON (8 points)

1.1. ***(0,5 pt)***
La tension à vide d'une pile se nomme également **force électromotrice** f.é.m. notée E.

1.2. ***(1 pt)***
Le voltmètre indique une valeur positive et la borne COM est reliée au trombone. Il mesure la tension $U_{\text{Pièce-Trombone}} = V_{\text{Pièce}} - V_{\text{Trombone}} > 0$.
$V_{\text{Pièce}} > V_{\text{Trombone}}$: la **pièce** constitue **le pôle positif** de la pile et le **trombone le pôle négatif**.

2.1. ***(0,5 pt)***
La présence de dihydrogène peut être mise en évidence en approchant une **flamme** du gaz. Il se produit alors un aboiement caractéristique (**explosion**).

2.2. ***(1 pt)***
<u>Au niveau de la pièce</u> : effervescence visible, donc dégagement de gaz H_2.
$2H^+_{(aq)} + 2\,e^- = H_{2(g)}$
Il s'agit d'une **réduction** qui se produit à la **cathode**.
<u>Au niveau du trombone :</u>
Il se produit une **oxydation**, à **l'anode**.
$Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

2.3. ***(0,5 pt)***
On effectue la somme des deux demi-équations précédentes :

$$2H^+_{(aq)} + Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

2.4. ***(0,5 pt)***
Les ions $H^+_{(aq)}$ proviennent du jus de **citron** qui contient de l'acide citrique (**milieu acide**).

2.5. ***(0,5 pt)***
Parmi les solutions proposées le **vinaigre** et le **jus d'orange** sont des solutions acides et peuvent donc remplacer le jus de citron.

2.6. ***(0,5 pt)***
Il suffit de mettre deux piles en série, à savoir rajouter un deuxième citron avec une pièce et un trombone.

3.1. ***(1 pt)***
$Q = I.\Delta t$; Q $= 10\times10^{-3}\times(5\times60+30) =$ **3,3 C**

3.2. ***(1 pt)***
$Q = n(e^-).F$

D'après la demi-équation $Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$, on a $n(Zn)_{conso} = \frac{n(e^-)}{2}$ soit $n(e^-) = 2.n(Zn)_{conso}$

Donc $Q = 2n(Zn)_{conso}.F = 2.n.F$

Calculons n : $Q = 2.n.F = I.\Delta t$ donc $n = \frac{I.\Delta t}{2.F}$

n $= \frac{10\times10^{-3}\times(5\times60+30)}{2\times96500} = 1,7098\times10^{-5} =$ **$1,7\times10^{-5}$ mol**

3.3. ***(1 pt)***
$\Delta m = m_{finale} - m_{initiale}$ et $m_{finale} = m_{initiale} - m_{conso}$
Donc $\Delta m = -m_{conso} = -n.M(Zn)$
Δm $= -1,7098\times10^{-5}\times65,4 = 1,1\times10^{-3}$ g $=$ **$-1,1$ mg**