



DS n° 3 : A propos de l'acide succinique

L'acide succinique est un diacide, de formule chimique $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$. Il a été d'abord extrait du succin, de l'ambre jaune. Cette molécule est aujourd'hui considérée comme un « produit vert », car il peut être obtenu par fermentation du glucose en milieu bactériologique. Il intervient dans le cycle de Krebs (respiration des mitochondries) sous la forme d'ions succinates, mais possède également de nombreuses applications commerciales : additifs dans certains médicaments, additifs dans les liquides antigels, synthèses de polyesters, additif alimentaire E363...

1. Origine de l'acidité

- 1.1. Donner la définition, selon Brönsted, d'un acide.
- 1.2. Recopier la formule semi-développée de l'acide succinique, puis entourer et nommer la (les) fonction(s) organique(s) présente(s).
- 1.3. En déduire l'origine de cette acidité.

Remarque : Pour les questions suivantes, on pourra utiliser les formules **semi-développées** ou les formules **brutes** de l'acide succinique ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$) et de ses dérivés.

2. Etude des couples de l'acide succinique

- 2.1. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide succinique avec l'eau, puis en déduire le couple acido-basique mis en jeu.
- 2.2. L'ion créé précédemment est une espèce acido-basique amphotère qui peut donc à nouveau réagir avec l'eau. Ecrire l'équation de cette seconde réaction, puis en déduire le second couple acido-basique.

L'acide succinique est caractérisé par $pK_{a1}=4,2$ et $pK_{a2}=5,6$.

- 2.3. Donnez le diagramme de prédominance des espèces en fonction du pH.
- 2.4. A $\text{pH} = 3,0$ quelle est l'espèce prédominante ?
- 2.5. Exprimer la constante d'acidité K_{a2} associée à la deuxième acidité.
- 2.6. En déduire que $\text{pH} = pK_{a2} + \log \left(\frac{[X1]}{[X2]} \right)$. On déterminera X1 et X2.
- 2.7. On veut préparer une solution tampon de $\text{pH}=7,0$. Déterminer la valeur du rapport $\frac{[X1]}{[X2]}$.

3. Etude d'une solution initiale d'acide succinique

On prépare un volume $V = 1000,0 \text{ mL}$ de solution S_1 d'acide succinique à une concentration molaire C à partir d'une masse d'acide succinique pur $m = 11,8\text{g}$. On mesure le pH de la solution obtenue. On obtient $\text{pH} = 2$.

- 3.1. Déterminer la valeur de la concentration molaire C .
- 3.2. Calculer la concentration en ions oxonium de la solution.
- 3.3. Justifier le fait que ce diacide est faible.

4. Etude de la dilution

En diluant dix fois la solution S_1 , on prépare une solution S_2 . Un échantillon de S_2 est donné à trois élèves (Sandrine, Olivier et Xavier) qui en mesurent le pH. Sandrine trouve 0,8 ; Olivier trouve 2,6 et Xavier trouve 7,1.

- 4.1. Par quelle méthode les élèves ont-ils mesuré leur valeur d'acidité ?
- 4.2. Sans calcul, dire qui a la bonne valeur ? Pourquoi ?

Données :

Masse molaire : $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.



Correction du DS n° 3 : A propos de l'acide succinique

1. Origine de l'acidité

1.1. Un acide selon Bronsted est une espèce chimique capable de perdre un proton H^+ .

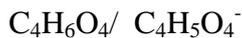
1.2. Formule semi-développée de l'acide succinique :



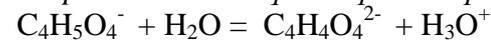
1.3. Il y a deux acidités, provenant chacune du H de la fonction COOH.

2. Etude des couples de l'acide succinique

2.1. Réaction de l'acide succinique avec l'eau : $C_4H_6O_4 + H_2O = C_4H_5O_4^- + H_3O^+$

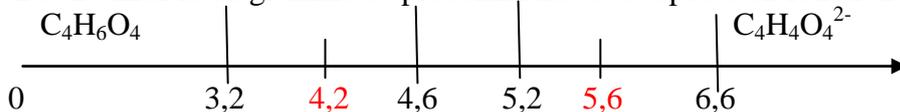


2.2. L'espèce acido-basique amphotère peut à nouveau réagir avec l'eau :



Le second couple acido-basique : $C_4H_5O_4^- / C_4H_4O_4^{2-}$

2.3. Donnez le diagramme de prédominance des espèces en fonction du pH.



Entre 4,6 et 5,2 pas d'espèces majoritaires !

2.4. A pH = 3,0 l'espèce prédominante est $C_4H_6O_4$.

2.5. $C_4H_5O_4^- + H_2O = C_4H_4O_4^{2-} + H_3O^+$

$$\text{La constante d'acidité } K_{a2} = \frac{[C_4H_4O_4^{2-}] \times [H_3O^+]}{[C_4H_5O_4^-]}$$

2.6. Prenons le log de l'expression :

$$\log(K_a) = \log([H_3O^+]) + \log\left(\frac{[C_4H_4O_4^{2-}]}{[C_4H_5O_4^-]}\right)$$

$$-pK_a = -pH + \log\left(\frac{[C_4H_4O_4^{2-}]}{[C_4H_5O_4^-]}\right) \quad \text{soit } pH = pK_{a2} + \log\left(\frac{[C_4H_4O_4^{2-}]}{[C_4H_5O_4^-]}\right)$$

avec X1 = $C_4H_4O_4^{2-}$ et X2 = $C_4H_5O_4^-$

2.7. $pH - pK_{a2} = 7,0 - 5,6 = 1,4$ donc $\frac{[X1]}{[X2]} = 10^{1,4} = 25$

3. Etude d'une solution initiale d'acide succinique

3.1. Calculons la qdm : $n(\text{acide}) = 11,8 / (4 \times 12 + 6 + 4 \times 16) = 11,8 / 118 = 0,10 \text{ mol}$

$$\text{La concentration molaire } C = \frac{n}{V} = \frac{0,10}{1} = 0,10 \text{ mol/L}$$

3.2. $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2} = 0,010 \text{ mol/L}$.

3.3. On a : $C_4H_6O_4 + 2 H_2O = C_4H_4O_4^{2-} + 2 H_3O^+$

Comme $2c \neq [H_3O^+]$ cela veut dire que tout l'acide succinique n'est pas ionisé. Ce n'est donc pas un acide fort mais un diacide faible.

4. Etude de la dilution

En diluant dix fois la solution S_1 , on prépare une solution S_2 . Un échantillon de S_2 est donné à trois élèves (Sandrine, Olivier et Xavier) qui en mesurent le pH. Sandrine trouve 0,8 ; Olivier trouve 2,6 et Xavier trouve 7,1.

4.1. Les élèves ont mesuré leur valeur d'acidité avec un pHmètre.

4.2. Une dilution par 10 entraîne une augmentation du pH d'environ 1 donc Olivier avec pH 2,6 semble avoir la bonne réponse.