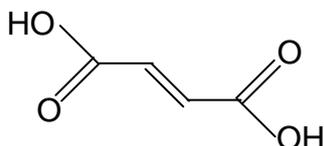


**EXERCICE I : Le psoriasis. / 9pts**

L'acide fumarique est un composé synthétisé normalement par la peau lorsque celle-ci est exposée au Soleil. Lorsque ce processus est déficient, l'être humain développe une maladie de la peau : le psoriasis.

Le psoriasis touche près de 5 % de la population, il n'existe malheureusement aucun traitement pharmaceutique réellement efficace.

L'acide fumarique a pour formule topologique :



Pour étudier les propriétés acides de l'acide fumarique en solution aqueuse, on dissout 500 mg d'acide fumarique du laboratoire dans de l'eau distillée pour obtenir une solution de volume 100,0 mL. La mesure du pH de la solution donne  $\text{pH} = 2,4$ .

	<b>Acide fumarique</b>
Nom officiel	Acide(E)-but-2-ène-1,4-dioïque
Aspect	Solide blanc
Utilisations	Traitement du psoriasis Additif alimentaire en tant qu'acidifiant
Masse molaire ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	116
Température de fusion	287 °C
Masse volumique	1,63 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
Pictogramme de sécurité	 <b>Irritant</b>
$\text{p}K_a$	$\text{p}K_{a1} (\text{AH}_2 / \text{AH}^-) = 3$ $\text{p}K_{a2} (\text{AH}^- / \text{A}^{2-}) = 4,4$



1. Donner la formule développée de l'acide fumarique.
2. Rappeler la définition d'un acide au sens de Brönsted.
3. L'acide fumarique possède des propriétés acido-basiques en solution aqueuse. Expliquer pourquoi cette molécule est qualifiée de diacide.
4. Calculer la concentration molaire  $C_A$  apportée de l'acide fumarique dans la solution préparée.
5. Un diacide fort de concentration molaire  $C$  a un  $\text{pH} = -\log(2.C)$ . L'acide fumarique est-il un diacide fort ?
6. Durant la digestion, le pH de l'estomac est voisin de 2. Faire un diagramme de prédominance et en déduire sous quelle forme se trouve l'acide fumarique dans l'estomac.

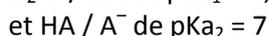
**Exercice 2 : LA COULEUR DES FLEURS D'HORTENSIAS ? / 8pts**

Certaines fleurs, comme celles des hortensias, possèdent des couleurs variées dues à des pigments naturels.

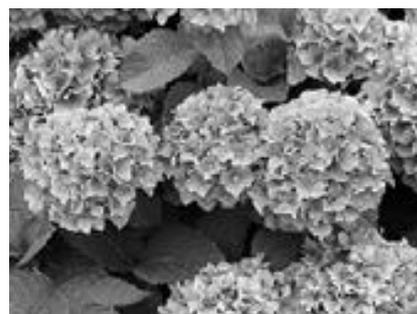
Les couleurs rouge, mauve, violette et bleue viennent de la présence d'anthocyanines dans les pétales.

La couleur violette est due à la molécule suivante que l'on notera HA dans la suite de l'exercice.

HA peut appartenir à deux couples :

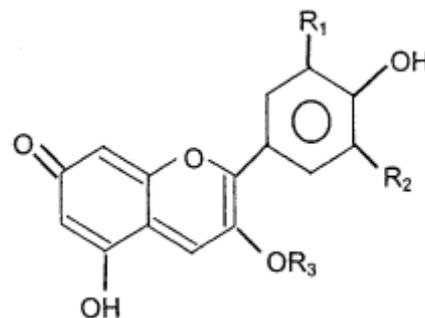


L'espèce  $\text{H}_2\text{A}^+$  est rouge, l'espèce HA est violette et l'espèce  $\text{A}^-$  est bleue.





Le pH d'une solution contenant HA est de 10.



1. Écrire l'équation de la réaction de HA en tant qu'acide avec l'eau.
2. Donner l'expression de la constante d'acidité de cette réaction. Donner sa valeur.
3. À partir de l'expression de  $K_a$ , évaluer littéralement, puis calculer le rapport  $\frac{[A^-]_{\text{eq}}}{[HA]_{\text{eq}}}$ .
4. En déduire du rapport calculé, l'espèce prédominante. Conclure sur la couleur de la solution.

### Exercice 3 : QCM / 8pts

Cet exercice comporte 6 affirmations.

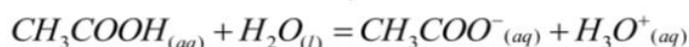
Répondre à chaque affirmation par VRAI ou FAUX.

Toute réponse doit être accompagnée de justifications ou commentaires (définition, calculs).

#### 1. Solution d'acide éthanoïque

Le pH d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire  $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  est de 3,4.

- 1.1. L'équation de réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau s'écrit :



- 1.2. Cette transformation est limitée.

- 1.3. Le rapport  $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f}$  des concentrations à l'état final vaut environ 25.

#### 2. Réaction de l'ammoniac avec l'eau

On dissout dans l'eau 2,1 mmol d'ammoniac  $\text{NH}_3$  gazeux afin d'obtenir 200 mL de solution.

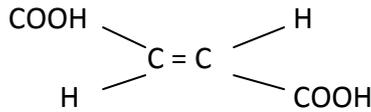
La réaction de l'ammoniac avec l'eau s'écrit :  $\text{NH}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$

- 2.1. La concentration molaire en ammoniac apporté est de  $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 2.2. L'ammoniac est un acide au sens de Brønsted.
- 2.3. Dans cette réaction, l'eau est un acide.



**Correction ex 1 : acide fumarique / 9pts**

1. Donner la formule développée de l'acide fumarique. \*



2. Rappeler la définition d'un acide au sens de Brønsted. \*

Un acide au sens de Brønsted est une espèce chimique capable de donner un ou plusieurs protons H<sup>+</sup>.

3. L'acide fumarique possède des propriétés acido-basiques en solution aqueuse. Expliquer pourquoi cette molécule est qualifiée de diacide. \*

La molécule d'acide fumarique possède 2 groupes carboxyle COOH qui ont des propriétés acides (famille des acides carboxyliques) : l'acide fumarique peut donc donner 2 protons H<sup>+</sup> d'où le qualificatif de diacide.

4. Calculer la concentration molaire C<sub>A</sub> apportée de l'acide fumarique dans la solution préparée. \*\*

Par définition de la concentration molaire en soluté apporté :  $C_A = \frac{n_{\text{acide}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{m_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}} \cdot V_{\text{solution}}}$

$C_A = 0,500 / (116 \cdot 0,100) = 4,31 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

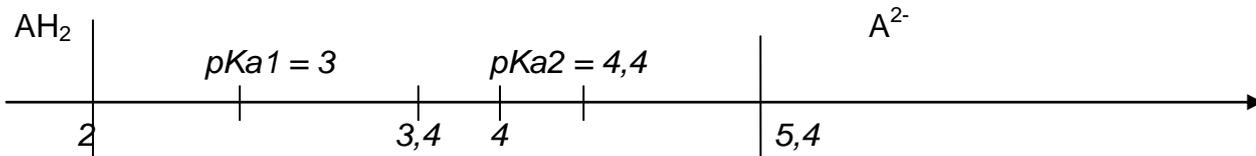
5. Un diacide fort de concentration molaire C a un pH = -log(2.C). L'acide fumarique est-il un diacide fort ? \*\*

D'après la relation donnée pour les diacides forts :  $\text{pH} = -\log(2 \cdot C_A) = -\log(2 \times 4,31 \times 10^{-2}) = 1,1$

Or le pH mesuré est de 2,4 : l'acide fumarique est donc un diacide faible.

6. Durant la digestion, le pH de l'estomac est voisin de 2. \*\*

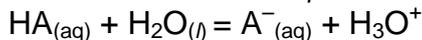
Construisons un diagramme de prédominance de l'acide fumarique :



Dans l'estomac (pH = 2), c'est donc la forme AH<sub>2</sub> qui prédomine.

**Correction ex2 : LA COULEUR DES FLEURS D'HORTENSIAS / 8pts**

1. Écrire l'équation de la réaction de HA en tant qu'acide avec l'eau. \*



2. Donner l'expression de la constante d'acidité de cette réaction. Donner sa valeur. \*\*\*

$$K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(aq)}]_{\text{éq}}}$$

$K_A = 10^{-\text{pKa}}$  soit ici  $K_{A2} = 10^{-\text{pKa}_2} = 10^{-7}$

3. À partir de l'expression de Ka, évaluer littéralement, puis calculer le rapport  $\frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}}$  \*\*

$$K = K_{A2} = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(aq)}]_{\text{éq}}}$$

donc 
$$\frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(aq)}]_{\text{éq}}} = \frac{K_{A2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} = \frac{10^{-\text{pKa}_2}}{10^{-\text{pH}}} = 10^{\text{pH} - \text{pKa}_2} = 10^{10 - 7} = 10^3$$



4. En déduire l'espèce prédominante. Conclure sur la couleur de la solution.\*\*

$$[A^-]_{\text{éq}} = 10^3 \cdot [HA]_{\text{éq}}$$

$[A^-]_{\text{éq}} > [HA]_{\text{éq}}$  donc  $A^-$  **prédomine** par rapport à  $HA$ . La solution est colorée en **bleu**.

### Correction de l'ex 3 : QCM / 8pts

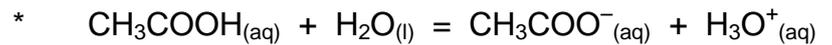
#### 1. Solution d'acide éthanóique\*

1.1. Pour le couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  on a :  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$

Pour le couple  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$

on a :  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{H}^+_{(\text{aq})} = \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

Soit en effectuant la somme :



**VRAI**

1.2. Si la transformation est limitée, l'acide est dit faible et  $\text{pH} \neq -\log C$

Calculons  $\log C = \log(1.0 \cdot 10^{-2}) = -2$  donc  $\text{pH} = 3,4 \neq 2$  \*\*

**VRAI**

$$1.3. \quad ** \quad K_{a1} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{f}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{f}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{f}}}$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{f}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{f}}} = \frac{K_{a1}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{f}}}$$

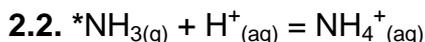
$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{f}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{f}}} = \frac{1,6 \times 10^{-5}}{10^{-3,4}} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ donc différent de } 25$$

**FAUX**

#### 2. Réaction de l'ammoniac avec l'eau

$$2.1. \quad * \quad C = \frac{n}{V_{\text{sol}}} = 2,1 \cdot 10^{-3} / 200 \cdot 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \neq 4,2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

**FAUX**



L'ammoniac  $\text{NH}_3$  capte un proton  $\text{H}^+$ , c'est une base selon Brønsted et non pas un acide.

**FAUX**

2.3. \*Dans cette réaction on a :  $\text{H}_2\text{O} = \text{OH}^- + \text{H}^+$  donc l'eau perd un  $\text{H}^+$ , c'est bien un acide

**VRAI**