

TP

Toutes les explications sont bien détaillées

TP n°2 : Détermination d'une constante d'acidité

Le but du TP est de déterminer la constante d'acidité concernant l'acide ascorbique de deux façons différentes, puis de déterminer si la concentration d'une solution a une influence sur la valeur de K_A .

TRAVAIL de PRÉPARATOIRE

I- la molécule d'acide ascorbique

1) Formule brute de l'acide ascorbique : $C_6H_8O_6$
Masse molaire :

$$\begin{aligned} M_{C_6H_8O_6} &= 6 \times M(C) + 8 \times M(H) + 6 \times M(O) \\ &= 6 \times 12 + 8 \times 1 + 6 \times 16 \\ &= 176,0 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

2) On souhaite préparer un volume $V = 250 \text{ mL} = 250 \times 10^{-3} \text{ L}$ d'une solution par dissolution d'acide ascorbique de concentration $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
Calcul de la masse d'acide ascorbique à utiliser :

$$\left. \begin{array}{l} m = M \times n \\ \text{g} \quad \text{g/mol} \quad \text{mol} \\ \\ m = C \times V \\ \text{mol} \quad \text{mol/L} \quad \text{L} \end{array} \right\} \begin{array}{l} m = M \times C \times V \\ \text{g} \quad \text{g/mol} \quad \text{mol/L} \end{array}$$

AN: $m = 176 \times 1,0 \times 10^{-2} \times 250 \times 10^{-3}$
 $m = 0,44 \text{ g}$

II - Etude du tableau d'avancement et expression du K_A

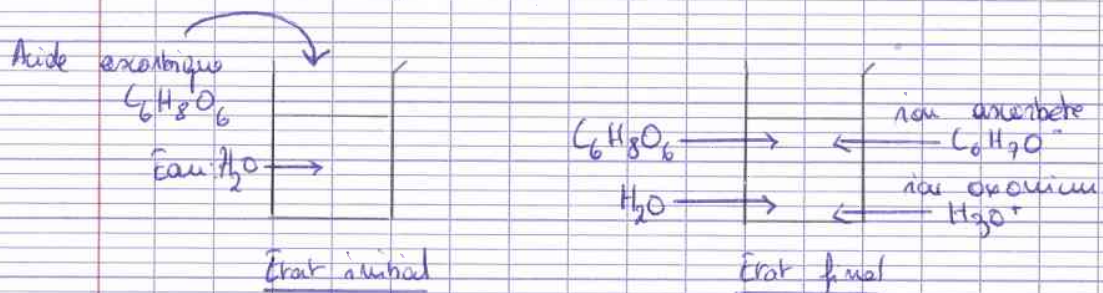


Tableau d'avancement de la réaction où C est la concentration en $C_6H_8O_6$ et V est le volume de la solution.

équation	$C_6H_8O_6(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_7O_6^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
État initial	$C \cdot V$	excès	0	0
En cours x	$C \cdot V - x$	excès	x	x
État final, à l'équilibre x_f	$C \cdot V - x_f$	excès	x_f	x_f

2) $[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V}$ et $n(H_3O^+) = x_f$

Donc $[H_3O^+] = \frac{x_f}{V}$ mol/l

3) A l'équilibre on remarque que:

$[H_3O^+] = [C_6H_7O_6^-]$

4) A l'équilibre:

$[C_6H_8O_6] = \frac{n(C_6H_8O_6)}{V} = \frac{C \cdot V - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V}$

$= C - [H_3O^+]$

Exprimer K_A en fonction de C et $[H_3O^+]$:

$$5) K_A = \frac{[base] \times [H_3O^+]}{[acide]}$$

$$K_A = \frac{[C_6H_7O_6^-] \times [H_3O^+]}{[C_6H_8O_6]} \quad \text{or} \quad \begin{aligned} [C_6H_7O_6^-] &= [H_3O^+] \\ [C_6H_7O_6] &= C - [H_3O^+] \end{aligned}$$

$$K_A = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$$

III - de conductivité de la solution :

1) Exprimer la conductivité σ de la solution obtenue après réaction entre $C_6H_8O_6$ et H_2O .

$$\sigma = \sum_{ions} \lambda_{ion} \times [ion]$$

$$\text{Donc : } \sigma = \lambda_{H_3O^+} \times [H_3O^+] + \lambda_{C_6H_7O_6^-} \times [C_6H_7O_6^-]$$

2) Exprimer la conductivité σ en fonction d' $[H_3O^+]$.

$$\text{On sait que : } [H_3O^+] = [C_6H_7O_6^-]$$

$$\text{Donc : } \sigma = [H_3O^+] \times (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_7O_6^-})$$

$$3) a- [H_3O^+] = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_7O_6^-}}$$

Annotations :
- σ : $S \cdot m^{-1}$
- $\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_7O_6^-}$: $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$
- $[H_3O^+]$: mol / m^3

b- Exprimer $[H_3O^+]$ en $mol \cdot L^{-1}$.

$$\text{On sait que : } 1 L = 1 dm^3$$

$$1 m = 10 dm$$

$$1 m^3 = 1000 dm^3$$

$$1 m^3 = 1000 L$$

Donc :

$$\underset{\text{mol.l}^{-1}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \underset{\text{mol.m}^{-3}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \times 10^{-3}$$

TP N°2: Détermination d'une constante d'acidité.

Réalisation expérimentale et conclusions

1) Préparation de la solution d'acide ascorbique décrit au I-4) du travail préparatoire.

2) Détermination du pKa par mesure du pH.

a- On place un peu de la solution préparée précédemment dans un bécher et on mesure son pH, ce dernier étant de $\text{pH} = 3,4$.

b- On sait que: $* K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]}$

$$* [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,4}$$

$$* C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{A.N.: } K_a = \frac{(10^{-3,4})^2}{1,0 \cdot 10^{-2} - 10^{-3,4}}$$

$$K_a = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a$$

$$\text{p}K_a = 4,8$$

c- Mise en commun des résultats:

Groupe	1	2	3	4	5	6
pH	3,4	3,2	2,9	5,3	3,5	3,5
pKa	4,8	4,4	3,7	4,6	4,9	5,0

$$\Rightarrow \text{p}K_a \text{ moyen: } 4,6$$

$$* S_{\text{exp}} = \sqrt{\frac{(4,8-4,6)^2 + (4,4-4,6)^2 + (3,7-4,6)^2 + (4,6-4,6)^2 + (4,9-4,6)^2 + (5,0-4,6)^2}{5}}$$

$$S_{\text{exp}} = 0,48$$

$$* \Delta_{pKa} = b \times \frac{S_{exp}}{\sqrt{6}}$$

$$\Delta_{pKa} = b \times \frac{0,48}{\sqrt{6}}$$

$$\Delta_{pKa} = 0,39, \text{ donc } pKa = 4,6 \pm 0,4.$$

Le résultat obtenu n'est pas exactement celui apporté dans les données, cela peut être dû aux pH-mètres qui n'ont pas été étalonnés ou à leur inexactitude des valeurs du pH.

et encore importante lors de la mesure de la masse (0,44g) pour préparer la solution (ce qui entraîne une erreur sur la valeur de C).

3) Détermination du pKa par mesure de la conductivité.

a- La conductivité de la solution d'acide ascorbique est de $\sigma = 0,33 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$.

$$b- \sigma = \frac{0,33 \text{ mS}}{1 \text{ cm}} = \frac{0,33 \cdot 10^{-3} \text{ S}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 0,33 \cdot 10^{-1} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$c- \text{On sait que: } [H_3O^+] = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5O_6^-}}$$

$$\text{A.N.: } [H_3O^+] = \frac{0,33 \cdot 10^{-1}}{35,0 \cdot 10^{-3} + 25,0 \cdot 10^{-4}}$$

$$[H_3O^+] = 0,88 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$[H_3O^+] = 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$d- K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$$

$$K_a = \frac{(8,8 \cdot 10^{-4})^2}{1,0 \cdot 10^{-2} - 8,8 \cdot 10^{-4}}$$

$$K_a = 8,5 \cdot 10^{-5}$$

$$pKa = -\log K_a$$

$$pKa = 4,1$$

e- Mise au commun des résultats:

Groupe	1	2	3	4	5	6	7
$\sigma \text{ (S} \cdot \text{m}^{-1})$	$0,33 \cdot 10^{-1}$	$0,36 \cdot 10^{-1}$	$0,34 \cdot 10^{-1}$	$0,36 \cdot 10^{-1}$	$0,33 \cdot 10^{-1}$	$0,34 \cdot 10^{-1}$	$0,33 \cdot 10^{-1}$
$[H_3O^+] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$
pKa	4,1	4,0	4,1	4,0	4,1	4,0	4,1

e (suite) - Le calcul d'incertitude n'a pas été effectué ici car les résultats obtenus par les élèves coïncident avec les données du TP.

4) La valeur du pK_a dépend-elle de la concentration de la solution?

Nous avons, afin de répondre à cette question, proposé de diluer ^{d'un facteur 10} la solution préparée au 1) pour obtenir une solution de concentration plus faible et d'en mesurer sa conductibilité σ pour ensuite calculer son pK_a .

On obtient : $\sigma = 0,12 \text{ uS.cm}^{-1}$

$$\sigma = 0,12 \cdot 10^{-1} \text{ S.m}^{-1}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$C = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

on trouve (même calcul que précédemment)

$$pK_a = 3,8$$

→ Normalement (en faisant la moyenne sur tous les résultats des groupes de TP) on aurait dû trouver que pK_a reste $\sim 4,1$.