« Révision 01 - Corrigé »

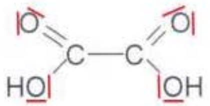
Polynésie juin 2022 sujet 2
CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/

CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

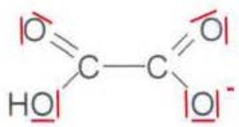
EXERCICE 1 commun à tous les candidats
Le sel d'oseille (10 points)

1.1.
Un acide est une espèce capable de céder un proton H^+.
L'acide oxalique est un diacide car il est capable de céder deux protons H^+.

1.2.
Formule de Lewis de l'acide oxalique



Formule de Lewis de l'une des formes acido-basiques de l'acide oxalique



Chaque atome d'hydrogène de la molécule fait parti d'un groupe carboxyle. Ils ont tous un caractère acide.

1.3.
Acide oxalique $\mathbf{C_2H_2O_4}$
Couples :

- $\mathbf{C_2H_2O_4/C_2HO_4^-}$
- $\mathbf{C_2HO_4^-/C_2O_4^{2-}}$

$\mathbf{C_2HO_4^-}$ est la base du 1[er] couple et l'acide du 2[nd] : c'est une espèce amphotère.

1.4.
$AH_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow A^{2-}_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)}$

1.5.
L'acide oxalique est un diacide fort, la réaction avec l'eau est totale.

$\frac{n^f_{H_3O^+}}{2} = \frac{n^i_{AH_2}}{1}$

$\frac{[H_3O^+] \times V}{2} = C_0 \times V$

$[H_3O^+] = 2C_0$

$[H_3O^+] = 2 \times 5{,}00.\,10^{-2}$

$[H_3O^+] = 1{,}00.\,10^{-1} mol.L^{-1}$

1.6.

$pH = -\log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right)$

$pH = -\log\left(\frac{1{,}00.\,10^{-1}}{1{,}0}\right)$

$pH = 1{,}0$

Cette valeur du pH a été trouvée en supposant que l'acide oxalique est un diacide fort.
Or $pH_{exp} = 1{,}47$.

La mesure du pH expérimentale est différente de celle calculé en supposant que l'acide oxalique est un diacide fort.
L'hypothèse que l'acide oxalique est un diacide fort n'est pas valide.

2.1.
$AH^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows A^{2-}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

2.2.

$pH = pKa + \log\left(\frac{[Base]}{[Acide]}\right)$

$pH = pKa + \log\left(\frac{[A^{2-}]}{[HA^-]}\right)$

Lorsque
$[A^{2-}] = [HA^-]$

$\frac{[A^{2-}]}{[HA^-]} = 1$

$\log\left(\frac{[A^{2-}]}{[HA^-]}\right) = 0$

$pH = pKa$
On lit donc $pKa = pH$ lorsque les courbes se croisent (autant d'acide que de base)
$pKa = 4{,}3$

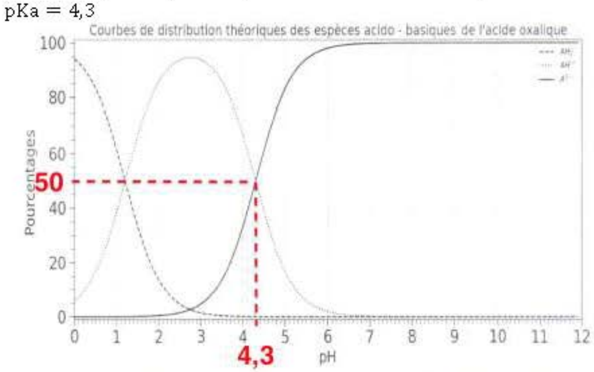


Figure 1 : Diagramme théorique de distribution des différentes espèces acido-basiques de l'acide oxalique

2.3.

Pour $pH_{exp} = 1,47$
Graphiquement :
H_2A : 35%
HA^- : 65%
A^{2-} : 0%

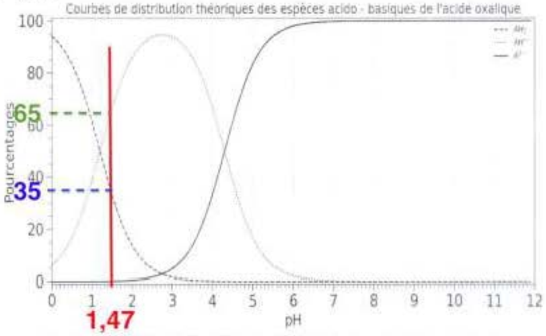


Figure 1 : Diagramme théorique de distribution des différentes espèces acido-basiques de l'acide oxalique

Il n'y a pas de A^{2-} , ainsi l'acide H_2A ne donne qu'un seul proton pour se transformer en HA^-, on peut donc émettre l'hypothèse que l'acide oxalique se comporte comme un monoacide.

2.4.

$$K_{a_1} = \frac{[HA^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[H_2A]_{eq} \times c^0}$$

2.5.

$$K_{a_1} = \frac{[HA^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[H_2A]_{eq} \times c^0}$$

D'après le tableau d'avancement :

$[HA^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq}$
$[H_2A]_{eq} = C_0 - [H_3O^+]_{eq}$

$$K_{a_1} = \frac{[HA^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[H_2A]_{eq} \times c^0}$$

$$K_{a_1} = \frac{[H_3O^+]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{\left(C_0 - [H_3O^+]_{eq}\right) \times c^0}$$

$$K_{a_1} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{\left(C_0 - [H_3O^+]_{eq}\right) \times c^0}$$

$$\frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{\left(C_0 - [H_3O^+]_{eq}\right) \times c^0} = K_{a_1}$$

$[H_3O^+]_{eq}^2 = K_{a_1} \times \left(C_0 - [H_3O^+]_{eq}\right) \times c^0$
$[H_3O^+]_{eq}^2 = K_{a_1} \times C_0 \times c^0 - K_{a_1}[H_3O^+]_{eq} \times c^0$
$[H_3O^+]_{eq}^2 - K_{a_1} \times C_0 \times c^0 + K_{a_1}[H_3O^+]_{eq} \times c^0 = 0$

Or
$c^0 = 1,0$

Donc :
$[H_3O^+]_{eq}^2 - K_{a_1} \times C_0 + K_{a_1}[H_3O^+]_{eq} = 0$
Posons $h = [H_3O^+]_{eq}$
$h^2 - K_{a_1} \times C_0 + K_{a_1} h = 0$
On trouve :
$h^2 + K_{a_1} h - K_{a_1} \times C_0 = 0$

2.6.
K_{a1}=10**-pK_{a1}

2.7.
Avec l'hypothèse que l'acide oxalique se comporte comme un monoacide, on obtient :
$pH_{théorique} = 1,48$
Or
$pH_{exp} = 1,47$
Donc
$pH_{théorique} = pH_{exp}$
L'acide oxalique se comporte bien comme un monoacide.

3.
3.1.

$$c_m = \frac{m}{V}$$

$$c_m = \frac{0,27}{100,0.\,10^{-3}}$$

$c_m = 2,7 \text{ g.L}^{-1}$

$$u(c_m) = c_m.\sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

$$u(c_m) = 2,7 \times \sqrt{\left(\frac{0,01}{0,27}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{100,0}\right)^2}$$

$u(c_m) = 0,1 \text{ g.L}^{-1}$

$c_m = 2,7 \pm 0,1 \text{ g.L}^{-1}$

3.2.
C'est un diacide, il libère 2 protons H^+ , ainsi 2 HO^- réagissent.

3.3.
Pour qu'une réaction soit utilisée lors d'un titrage direct, il faut que la réaction soit totale.

3.4.
L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs sont introduits dans des proportions stœchiométriques.

$$\frac{n_{HO^-}^{eq}}{2} = \frac{n_{C_2H_2O_4}^{i}}{1}$$

$$\frac{n_{titrante}}{2} = \frac{n_{titrée}}{1}$$

3.5.

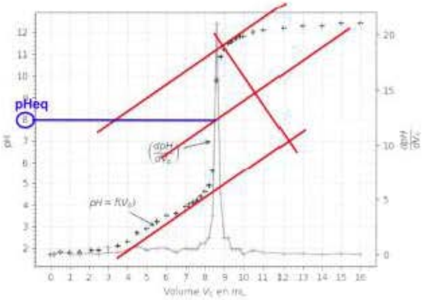
Trouvons pH_{eq} à l'aide de la méthode des tangentes parallèles.

$pH_{eq} = 8$

Pour choisir un indicateur coloré, il faut que le pH_{eq} soit dans sa zone de virage.

Le rouge de crésol est un indicateur coloré convenable.

Changement de couleur : du jaune au rouge.



➢ Tableau regroupant une liste d'indicateurs colorés ainsi que leurs zones de virage

indicateur coloré	Couleur acide	Couleur basique	Zone de virage
Bleu de bromothymol	jaune	bleu	6,0 - 7,6
Rouge de crésol	jaune	rouge	7,2 – 8,8
Phénolphtaléine	incolore	rose	8,2 – 10
Hélianthine	rouge	jaune	3,1- 4,4

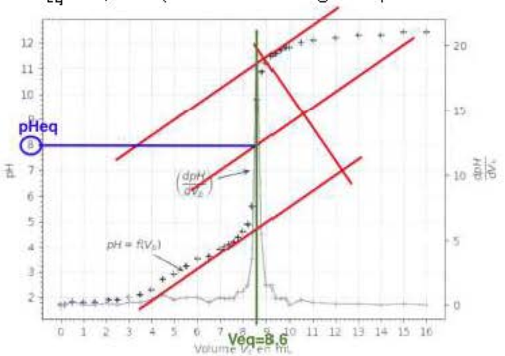
3.6.

$$\frac{n^{i}_{C_2H_2O_4}}{1} = \frac{n^{eq}_{HO^-}}{2}$$

$$C \times V = \frac{[HO^-] \times V_{eq}}{2}$$

$$C = \frac{[HO^-] \times V_{eq}}{2 \times V}$$

Avec $V_{eq} = 8{,}6$ mL (méthode des tangentes parallèles ou lecture graphique au pic de la dérivée)



$$C = \frac{0{,}10 \times 8{,}6}{2 \times 20{,}0}$$

$C = 2{,}2.10^{-2}$ mol. L^{-1}

Les masses molaires de l'acide oxalique pur et dihydraté sont différentes. Calculons la masse molaire :

$c_m = C \times M$

$$M = \frac{c_m}{C}$$

$$M = \frac{2{,}7}{2{,}2.10^{-2}}$$

$M = 123$ g. mol^{-1}

Cette masse molaire correspond à celle de l'acide oxalique dihydraté.

EXERCICE 3 – ÉMILIE DU CHÂTELET, MADAME POMPON NEWTON (5 POINTS)

Q1. Première loi de Newton en langage actuel :

La première loi de Newton, ou principe d'inertie, stipule qu'en l'absence de forces extérieures, un corps reste immobile ou conserve un mouvement rectiligne uniforme. Mathématiquement, cela se traduit par : $\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{0}$

Q2. Centre de masse de la plume :

Le point B représente le centre de masse G de la plume. Le centre de masse est le point d'application des forces de pesanteur, et il se situe généralement au centre géométrique de l'objet.

Q3. Calcul des vitesses v7 et v9 :

Pour calculer les vitesses, utilisons l'échelle donnée et l'intervalle de temps τ = 0,085 s.

- Entre G6 et G8 (pour v7) : distance parcourue ≈ 22 cm
- Entre G8 et G10 (pour v9) : distance parcourue ≈ 22 cm

v7 = v9 = 22 cm / (2 × 0,085 s) = 1,29 m/s

Q4. Forces appliquées à la plume :

Forces en présence :

- Poids ($\vec{P} = m\vec{g}$)
- Force de frottement ($\vec{f}$)

Entre G6 et G11, le mouvement est rectiligne uniforme, donc :

$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$

En projection sur l'axe vertical :

P - f = 0

f = m × g = 0,985 × 10^{-3} × 9,81 = 9,66 × 10^{-3} N

Q5. Deuxième loi de Newton en langage actuel :
La somme des forces appliquées à un corps est égale au produit de sa masse par son accélération.
Mathématiquement : $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

Q6. Expression de y(t) :
Dans le vide, seul le poids s'applique : $\Sigma\vec{F} = m\vec{g}$
D'après la 2ème loi : $m\vec{a} = m\vec{g}$
Donc $\vec{a} = \vec{g}$ (indépendant de la masse)

Par intégration avec $v_0 = 0$ et $y_0 = H$:
$y(t) = H - (1/2)gt^2$

Cette équation est indépendante de la masse m, ce qui explique que les objets tombent en même temps.

Q7. Attribution des courbes :
- Courbe A : y(t) (parabolique décroissante)
- Courbe B : vy(t) (droite décroissante)
- Courbe C : ay(t) (constante négative)

Q8. Calcul de la hauteur H :
En utilisant la conservation de l'énergie mécanique :
$mgh = (1/2)mv^2 + mgd$
$H = (v^2/2g) + d$
$H = (14^2/(2\times9.81)) + 0.2 = 10.2$ m

Q9. Troisième loi de Newton :
L'extrait n°2 illustre la troisième loi de Newton car :
- Il montre que les forces sont toujours par paires
- Il décrit des forces égales et opposées entre deux corps en interaction (cheval et pierre)
- Il illustre le principe "action-réaction"

La troisième loi stipule que lorsqu'un corps A exerce une force sur un corps B, le corps B exerce sur A une force égale et opposée.