

PHYSIQUE - CHIMIE

LES SOLUTIONS AQUEUSES

EXERCICE 1 :

On considère une base faible $R - NH_2$, dans laquelle R est un groupe alkyle de formule C_nH_{2n+1} .

1. Ecrire l'équation de la réaction de dissolution de $R - NH_2$ dans l'eau.
2. On prépare une solution S en dissolvant $m = 2,19$ g de cette base dans l'eau de façon à obtenir un litre de solution. On prélève un volume $V_B = 20$ ml que l'on introduit dans un bêcher et on y ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ en suivant l'évolution du pH au cours de la réaction. On obtient l'équivalence acido-basique lorsqu'on a versé un volume $V_A = 30$ ml de cette solution acide.
 - a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.
 - b) Déterminer la concentration C_B de la solution S et la masse molaire de la base faible.
 - c) Quelle est la formule brute de cette base ?
3. a) Sachant que la molécule possède un carbone asymétrique, écrire sa formule semi-développée.
b) Donner la représentation en perspective de ces deux énantiomères.
4. Le pH de la solution S précédente vaut 11,7. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution, en déduire le pK_A du couple $R - NH_3^+ / R - NH_2$.

On donne : $H = 1$; $C = 12$; $N = 14$; $\log 2 = 0,3$; $\log 5 = 0,7$

EXERCICE 2 :

Le pH d'une solution d'ammoniac de concentration $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ est 10,6.

- a) Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans une solution.
- b) Calculer le pK_A du couple NH_4^+ / NH_3 .
- c) Calculer le degré d'ionisation de l'ammoniac, c'est-à-dire le pourcentage des molécules NH_3 ayant réagi avec l'eau.

EXERCICE 3 :

Soit une solution aqueuse contenant, entre autres, les espèces du couple NH_4^+ / NH_3 de $pK_A = 9,2$. Cette solution a un pH = 10,5.

1. Quelle est l'espèce du couple NH_4^+ / NH_3 majoritaire dans cette solution.
2. Déterminer le rapport $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$.
3. Déterminer les concentrations $[NH_4^+]$ et $[NH_3]$.

4. Comparer la force de l'ammoniac à celle de l'éthylamine $C_2H_5NH_2$, $pK_A = 10,7$ pour le couple $C_2H_5NH_3^+ / C_2H_5NH_2$.

EXERCICE 4 :

- A l'aide du couple CH_3COOH / CH_3COO^- de $pK_A = 4,8$ on veut réaliser une solution tampon de $pH = 5$.
 - Quelle volume d'acétate de sodium, $10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$ faut-il ajouter à 100 millilitres d'acide acétique $10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$?
 - Quel volume de soude $10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$ faut-il ajouter à 100 cm^3 d'acide acétique $10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$?
- On dispose d'une solution d'acide formique $HCOOH$ de concentration $10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$ et du $pK_A = 3,8$. On veut préparer une solution tampon à $pH = 3,8$.
 - Quelle masse de formiate de sodium faut-il ajouter à un litre d'acide ?
 - Quelle masse d'hydroxyde de sodium faut-il ajouter à un litre d'acide ?

EXERCICE 5 :

- Soit une solution S_0 d'acide propanoïque de concentration $0,2 \text{ mol.l}^{-1}$.
Ecrire la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau et donner la définition d'un acide faible.
- Le pK_A du couple $CH_3 - CH_2 - COOH / CH_3 - CH_2 - COO^-$ a pour valeur 4,87. On dissout sans variation de volume, dans un litre de solution S_0 , une certaine quantité d'hydroxyde de sodium jusqu'à ce que le pH devienne égale à 4,87. On obtient un litre d'une nouvelle solution appelé S_1 .
 - Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide propanoïque et l'hydroxyde de sodium.
 - Déterminer dans la solution S_1 le rapport $\frac{[CH_3 - CH_2 - COO^-]}{[CH_3 - CH_2 - COOH]}$.
En déduire la concentration des ions propanoates dans S_1 .
 - Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans 1 litre de la solution S_1 .

EXERCICE 6 :

On étudiera dans cet exercice l'acide chloro-2 propanoïque le pK_A du couple $CH_3CHClCOOH / CH_3CHClCOO^-$ vaut 4,2.

- Ecrire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau.
 - Quelle masse de cet acide contient 1 litre d'une solution aqueuse d'acide chloro-2 propanoïque à $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$.
 - On verse dans 20 ml de S un volume V_{ml} d'une solution d'hydroxyde de sodium à $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ pour atteindre l'équivalence.
 - Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a eu lieu.
 - Calculer V .

- c.3. Situer pH du mélange, à l'équivalence, par rapport à 7. Justifier la réponse.
- c.4. Une autre opération consiste à verser dans 20 ml de S un volume $V' = 5$ ml de la solution d'hydroxyde de sodium.
Donner le pH du mélange obtenu, justifier brièvement.
2. La molécule d'acide chloro-2 propanoïque est chirale.
- Pourquoi ?
 - Donner la représentation en perspective de ses énantiomères.
 - Ces énantiomères sont-ils des isomères de configuration ou de conformation ? Expliquer.
3. On verse, dans un ballon, un mélange équimolaire d'acide chloro-2 propanoïque et de méthanol. On scelle le ballon, puis on chauffe.
- a) Ecrire l'équation de la réaction et nommer les produits obtenus.
 - b) Dresser dans un tableau comparatif les différences des caractères fondamentaux des réactions 1.c.1. et 3. a.

On donne : H = 1 ; C = 12 ; O = 16 ; Cl = 35,5

EXERCICE 7 :

On réalise l'hydratation d'un alcène suivant la réaction $C_n H_{2n} + H_2O \rightarrow C_n H_{2n+2}O$.
Le produit obtenu a une masse molaire $M = 74 \text{ g.mol}^{-1}$.

- a) Quelle est la formule brute de ce composé ?
 - b) Sachant que ce corps est un alcool, donner les différentes formules semi-développées possibles ainsi que leurs noms.
 - c) Un de ses isomères possède un carbone asymétrique.
Représenter en perspective ses deux énantiomères (le groupe OH étant en Haut).
2. On verse progressivement dans un volume $V_A = 10 \text{ cm}^3$ de solution d'acide éthanoïque de concentration $C_B = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$. On relève dans le tableau suivant la valeur du pH du mélange pour chaque volume d'hydroxyde versé.

VB (cm ³)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,5	10	10,5	11	12	13	14
pH	2,9	3,5	3,9	4,3	4,5	4,7	4,9	5	5,1	5,4	6,0	8,8	11,0	11,7	12,2	12,5	12,6

- a) Tracer la courbe donnant la variation du pH du mélange en fonction du volume d'hydroxyde versé.
Echelle : 1 cm → une unité de pH
1 cm → 1 cm³
Préciser les points caractéristiques de cette courbe.
- b) Ecrire l'équation chimique de la réaction responsable de cette variation de pH (On admettra que cette réaction est pratiquement totale).
- c) Qu'appelle-t-on équivalence acido-basique ?
- d) A l'aide de la courbe précédente, déterminer :
 - Les coordonnées du point d'équivalence
 - le pK_A du couple CH_3COOH / CH_3COO^- .

- e) Calculer la concentration molaire de la solution acide.
- f) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes à la demi-équivalence sachant qu'on opère à 25°C.
- g) Comment préparer 50 cm³ d'une solution de même nature que celle obtenue à la demi-équivalence par une autre méthode.

On donne : $\log 2 \cong 0,3$.

EXERCICE 8 :

1. On mélange un volume $V_A=10\text{cm}^3$ d'acide éthanóique de concentration $C_A=0,10\text{mol.l}^{-1}$ avec un volume $V_B= 40\text{cm}^3$ d'éthanoate de sodium concentration $C_B= 0,1\text{mol.l}^{-1}$. Le pH du mélange obtenu est 5,4.
Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans le mélange et en déduire la valeur du pK_A .
2. On se propose de chercher expérimentalement la valeur trouvée en 1). Pour cela, on réalise différentes solutions en mélangeant un volume V_A d'acide éthanóique de concentration $C_A= 0,1\text{mol.l}^{-1}$ avec un volume V_B d'éthanoate de sodium de concentration $C_B= 0,1\text{mol.l}^{-1}$. Les pH des mélanges sont les suivants :

V_A (cm ³)	10	10	10	20	30	50
V_B (cm ³)	20	30	40	10	10	10
pH	5,1	5,3	5,4	4,5	4,3	4,1

- a) Représenter graphiquement $\text{pH} = f \left(\log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right)$
- b) Donner l'équation de la courbe obtenue et en déduire la valeur du pK_A .

On donne : $\log 4 = 0,6$

EXERCICE 9 :

1. Une solution S est obtenue en mélangeant une solution d'acide chlorhydrique de volume $V_0=40\text{cm}^3$ de concentration $C_0=4.10^{-2}\text{mol.l}^{-1}$ et d'une solution d'hydroxyde de sodium NaOH, de volume $V_1=20\text{cm}^3$ de concentration $C_1=2.10^{-1}\text{mol.l}^{-1}$. Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S. La solution S est-elle basique, neutre ou acide ? Déterminer son pH.
2. On dissout 3g d'acide éthanóique CH_3COOH dans l'eau pure pour obtenir 1 litre de solution S' dont le $\text{pH} = 3$.
 - a) Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans S'. En déduire le pK_A du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$
 - b) Quel volume V'_1 de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_1 précédent faut-il ajouter à $V'= 80\text{cm}^3$ de la solution S' pour obtenir une solution dont la valeur du pH est égale à celle du pK_A ? Quel est le nom de cette solution ?

On donne : $H = 1\text{g.mol}^{-1}$; $O = 16\text{g.mol}^{-1}$; $C = 12\text{g.mol}^{-1}$; $\log 2,5 = 0,4$; $\log 49 = 1,69$.