



Concours d'entrée 2002-2003

Chimie

Durée : 1 heure

Acide-base –Solution tampon.

Donnée: Volume molaire des gaz $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

1) Acide fort

L'acide chlorhydrique est un monoacide fort dont la solution est obtenue par la dissolution de chlorure gazeux HCl dans l'eau.

- Ecrire l'équation de la réaction entre HCl et l'eau.
- Le pH d'une solution (S) d'acide chlorhydrique est égal à 2,7.
Calculer la concentration molaire de la solution (S).
- Calculer le volume de chlorure d'hydrogène nécessaire pour préparer 2 L de la solution (S).

2) Acide faible

On dispose d'une solution (S_1) d'un monoacide HA de concentration C_1 et de $pH_1 = 2,4$. A partir de (S_1), on prépare une solution (S') de concentration $(C'_1) = 0,1 C_1$. Le pH'_1 de (S'_1) est 2,9.

- Montrer que HA est un acide faible.
- Ecrire l'équation de la réaction entre HA et l'eau.

3) Constante d'acidité d'un couple acide/base.

Une solution de l'acide HA de concentration $0,1 \text{ mol. L}^{-1}$ à un pH égal à 2,4.

- Déterminer la constante d'acidité K_a du couple HA/A^-
- Verifier que le pK_a de ce couple est égal à 3,8.

4) Préparation d'une solution tampon.

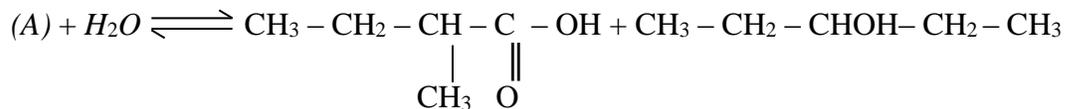
On souhaite préparer une solution tampon de $pH = 3,8$ en ajoutant à 50 mL de solution d'acide HA de concentration $0,1 \text{ mol. L}^{-1}$, une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration $0,1 \text{ mol. L}^{-1}$.

- Déterminer le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut ajouter à 50 mL de la solution HA pour obtenir l'équivalence acido-basique.
- Déterminer le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut ajouter à 50 mL de la solution HA pour obtenir une solution tampon de $pH = 3,8$.
- Citer les principales propriétés d'une solution tampon.

II. Identification de certains composés organiques.

1) Hydrolyse d'un composé organique (A).

Le composé organique (A) subit l'hydrolyse selon l'équation suivante :



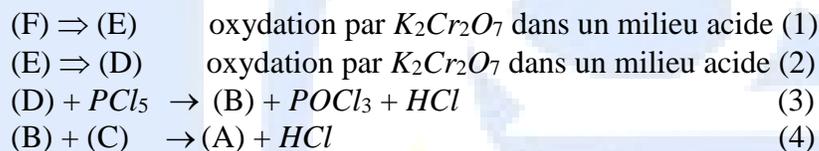
- a- Identifier (A), écrire sa formule semi-développée et donner son nom systématique selon les règles de l'UICPA.
b- Donner deux caractéristiques de cette réaction d'hydrolyse.

2) **Hydratation d'un alcène.**

Le 2-méthylbut-1-ène subit la réaction d'hydratation en donnant un produit minoritaire (F) et un produit majoritaire (F') selon l'équation schématisée et la classe de chacun d'eux.

3) **Suite de certaines réactions organiques.**

Les composés organiques : (A) , (B) , (C) , (D) , (E) et (F) sont des réactifs ou des produits dans les réactions suivantes :



- a- Indiquer la fonction de chacun des composés (E) , (D), (B) et (C)
b- Ecrire la formule semi-développée et donner le nom systématique de chacun de ces composés.



Concours d'entrée 2002-2003

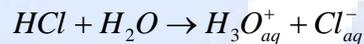
Solution de Chimie

Durée : 1 heure

I.

1) Acide fort

a- L'équation de la réaction entre HCl et l'eau est



b- HCl dans l'eau est un acide fort, donc la réaction est totale. $P = 2,7$

D'après l'équation de réaction : à une mole de HCl correspond une mole de H_3O^+ , ainsi $[HCl] = [H_3O^+]$.

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,7} = 0,002 \text{ mol. L}^{-1} \text{ donc : } C = 2.10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

c- Volume de $HCl(g)$ nécessaire pour préparer 2 L de la solution (S) :

Calculons, d'abord le nombre de moles de HCl contenu dans 2 L de la solution (S).

$$n_{HCl} + n_{H_3O^+} \quad \text{d'où} \quad n_{HCl} = CV_s = 2.10^{-3} \times 2 = 4.10^{-3} \text{ mol}$$

Le volume molaire est $V_m = 24 \text{ L}$

$$\text{Donc } V_{HCl(gaz)} = n. V_m = 4.10^{-3} \times 24 = 96. 10^{-3} \text{ L (gaz).}$$

2) Acide faible.

a- HA est un acide faible :

Solution (S_1) : HA monoacide, $[HA] = C_1$; $pH_1 = 2,4$.

Solution (S'_1) : HA monoacide, $[HA] = C'_1 = 0,1 C$; $pH' = 2,9$

HA est un monoacide

Si HA est un acide fort, sa dissociation dans l'eau est alors totale et la concentration du H_3O^+ produit doit être égale à $10 [HA]$ initiale C_1 , donc :

$$C_1 = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,4} = 0,004 \text{ mol. L}^{-1} \quad (1).$$

Il en est de même pour la solution (S'_1) ce qui donne :

$$C'_1 = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,9} = 0,00126 \text{ mol. L}^{-1} \quad (2).$$

Ainsi, en divisant les équations (1) et (2), on aura :

$$\frac{C'_1}{C_1} = \frac{0,00126}{0,004} = 0,315.$$

Or $C'_1 = 0,1C_1$ et $\frac{C'_1}{C_1} = 0,1 \neq 0,315$, donc HA est un acide faible.

b- L'équation de la réaction entre HA et l'eau est : $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$



3) $[HA] = 0,1 \text{ mol. L}^{-1}$; $\text{pH} = 2,4$

a- K_a du couple HA/A^-

Dressons le tableau caractérisant l'équilibre de l'équation précédente :

	$[HA]$	$[H_3O^+]$	$[A^-]$
Etat initial	0,1	0	0
Etat final	0,1-x	x	x

Donc, on déduit que $[A^-] = [H_3O^+] = x = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,4} = 0,004 \text{ mol. L}^{-1}$

D'où $[HA] = 0,1-x = 0,1 - 0,004 \approx 0,1$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{10^{-2,4} \times 10^{-2,4}}{10^{-1}} = 10^{-3,8} = 1,58 \cdot 10^{-4}$$

b-Vérifier que le $\text{p}K_a = 3,8$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log 10^{-3,8} = 3,8$$

4) a-Volume V_b de la solution de $NaOH$ à l'équivalence :

$$\text{A l'équivalence } C_a V_a = C_b V_b \text{ et } V_b = \frac{C_a V_a}{C_b} = \frac{0,1 \times 50}{0,1} = 50 \text{ mL}$$

b-Volume V'_b de la solution de $NaOH$ à $\text{pH} = 3,8$.

Le pH de la solution tampon est 3,8 : le $\text{p}K_a$ du couple acide/base est égale à 3,8.

Alors cette solution est obtenue à la demi-équivalence. Le volume de la solution de

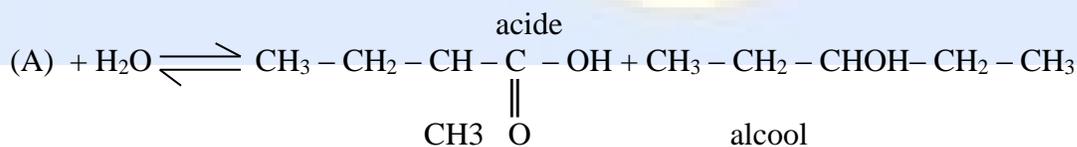
$$NaOH \text{ qu'il faut ajouter est : } V'_b = \frac{V_b}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mL}$$

c- Les principales propriétés d'une solution tampon sont:

- Le pH est égal au $\text{p}K_a$ du couple acide/base
- Le pH varie peu lors de l'addition en quantité modérée d'un acide fort ou d'une base forte ou bien lors d'une dilution.

II. Identification des composés organiques

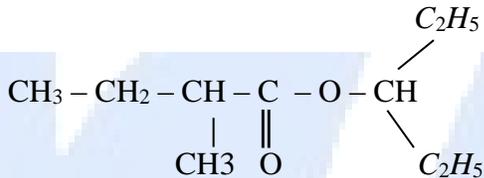
1) Hydrolyse d'un composé organique (A)





a- Identification de (A) :

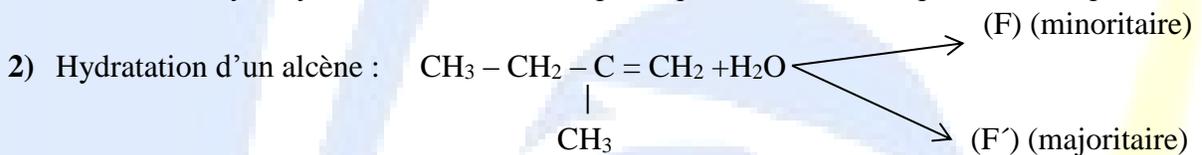
Les produits de l'hydrolyse de (A) sont : un acide carboxylique et un alcool, donc (A) est un ester de formule semi-développée.



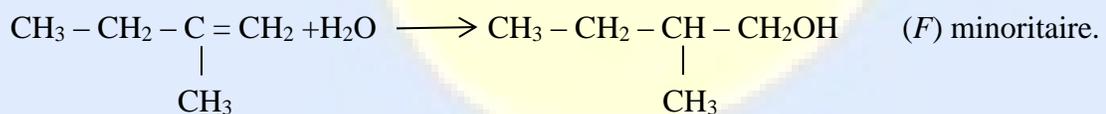
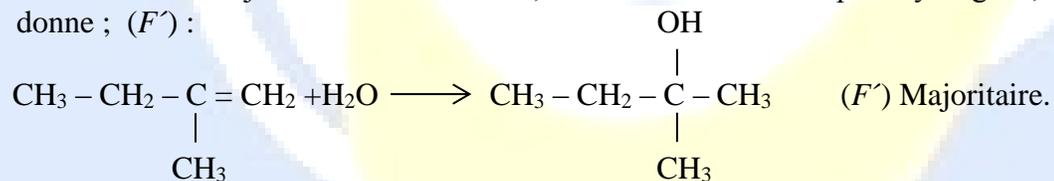
Le nom de (A) est le 2-méthylbutanoate d'isopropyle.

b- Donner deux caractéristiques de cette hydrolyse :

La réaction d'hydrolyse de l'ester est d'une part équilibrée et d'autre part, athermique.



- Fonction de F et F' : L'hydratation d'un alcène conduit à un alcool : ainsi la fonction est un alcool.
H de H₂O s'additionne sur un carbone et HO s'additionne sur le deuxième carbone de la double liaison.
D'après la règle de markovnikov, l'hydratation d'un alcène fixe l'atome d'hydrogène d'une manière majoritaire sur le carbone, de la double liaison le plus hydrogéné, ce qui donne ; (F') :

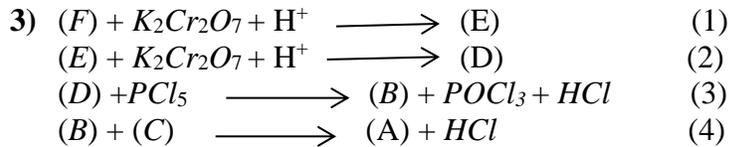


Noms :

F : 2-méthylbutan-1-ol minoritaire

F' : 2-méthylbutan-2-ol majoritaire

Classes : (F') alcool tertiaire; (F) alcool primaire.



a- Fonctions de chacun des composés (E), (D), (B) et (C). comme (F) est un alcool primaire, son oxydation conduit d'abord, à un aldéhyde. Donc, (E) est un aldéhyde. L'aldéhyde, à son tour, s'oxyde en acide carboxylique, donc (D) est un acide carboxylique.

La réaction de l'acide carboxylique (D) avec le PCl_5 conduit au composé (B) qui est un chlorure d'acyle.

Le chlorure d'acyle (B) réagit avec (C) pour donner le composé (A) et HCl (A) est un ester, donc (C) est un alcool.

b- Les formules semi-développées et les noms de chacun des composés :

Formule :

nom :

