

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة فرع العلوم العامة	دورة سنة 2009 العادية
	مسابقة في مادة الكيمياء المدة: ساعتان	الاسم: الرقم:

Cette épreuve est constituée de trois exercices. Elle comporte quatre pages numérotées de 1 à 4. L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Traiter les trois exercices suivants:

**Premier exercice (7 points)**  
**Solution commerciale d'acide chlorhydrique**

Le but de cet exercice est de vérifier l'indication de l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique commercial et d'identifier une base faible en déterminant le pKa du couple correspondant.

**Donnée :**

- Cette étude est effectuée à 25 °C.
- $K_e = 10^{-14}$
- 

Couple acide/base	pKa
$(CH_3)_3 NH^+ / (CH_3)_3 N$	9,9
$C_3 H_7 - NH_3^+ / C_3 H_7 - NH_2$	10,3
$C_2 H_5 - NH_3^+ / C_2 H_5 - NH_2$	10,7

**1- Dilution de la solution commerciale**

Sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique commercial, on lit les indications suivantes : « Acide chlorhydrique, masse volumique :  $1190 \text{ kg.m}^{-3}$  ; pourcentage en masse d'acide pur : 37 ; masse molaire de chlorure d'hydrogène HCl :  $36,5 \text{ g.mol}^{-1}$  ».

On extrait de cette bouteille 4,1 mL d'acide, que l'on complète à 500 mL avec de l'eau distillée.

La solution obtenue est notée S.

1.1- Déterminer le nombre de moles du soluté dans 4,1 mL de la solution commerciale.

1.2- Dédurre que la concentration  $C_S$  de la solution S est proche de  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

**2- Dosage de la solution S**

Afin de vérifier cette concentration, on réalise le dosage de cet acide par une solution d'une base faible B de concentration  $C_b = 0,032 \text{ mol.L}^{-1}$ . Dans  $V_b = 20 \text{ mL}$  de cette solution, on verse la solution d'acide chlorhydrique précédemment préparée.

Le tableau ci-après indique les différentes valeurs de pH en fonction du volume  $V_a$  (en mL) d'acide versé.

$V_a$	0	1	2	3	4	4,5	5	5,2	5,4	5,6	6
pH	11,4	11,0	10,7	10,4	10,2	10,1	9,8	9,7	9,4	9,3	8,7

$V_a$	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,5	8	9	10	11	12
pH	8,4	6,8	5,6	3,7	3,2	2,7	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8

- 2.1- Tracer, sur un papier millimétré, la courbe  $\text{pH} = f(V_a)$ . Prendre les échelles suivantes : en abscisses 1 cm pour 1 mL et en ordonnées 1 cm pour 1 unité du pH.
- 2.2- Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.
- 2.3- Dédurre la concentration de la solution S. La comparer à la valeur déterminée dans la partie 1.2.

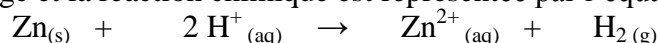
### 3- Identification de la base B

- 3.1- Déterminer graphiquement la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{BH}^+/\text{B}$ .
- 3.2- Vérifier, à partir de la concentration de la base et de son pH initial, la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{BH}^+/\text{B}$ .
- 3.3- Écrire une formule semi-développée possible de la base B.

### **Deuxième exercice (7 points)** **L'acide chlorhydrique et le zinc**

On verse, dans un ballon, un volume  $V = 100 \text{ mL}$  d'une solution S d'acide chlorhydrique de concentration molaire C. À la date  $t = 0$ , on introduit rapidement dans le ballon une masse  $m = 1,3 \text{ g}$  de métal zinc (sans variation notable du volume V).

Un gaz se dégage et la réaction chimique est représentée par l'équation suivante :



#### **Donnée :**

- Les gaz, dans cet exercice, sont supposés parfaits et considérés dans les conditions :  $\theta = 27^\circ\text{C}$  et  $P = 1 \text{ atm}$ .
- Constante universelle des gaz parfaits :  $R = 0,08 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- $M(\text{Zn}) = 65 \text{ g.mol}^{-1}$ .

### 1- Préparation de la solution (S)

Pour préparer la solution S, on procède de la façon suivante :

- On dissout un volume de 30 L de chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau distillée de telle façon à avoir une solution  $S_0$  de volume 1 L.
- On dilue 25 fois la solution  $S_0$ . On obtient la solution S d'acide chlorhydrique de concentration C.

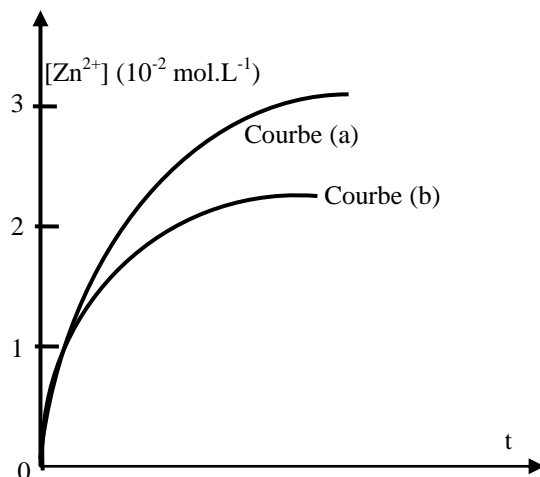
- 1.1- Décrire, en précisant la verrerie utilisée, le mode opératoire pour préparer 500 mL de la solution S à partir de  $S_0$ .
- 1.2- Montrer que le volume molaire gazeux, dans les conditions de l'exercice, est  $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$ .
- 1.3- Déterminer la concentration  $C_0$  de la solution  $S_0$ .
- 1.4- Dédurre que la concentration C, de la solution S, est égale à  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ .

### 2- Étude cinétique

On suit l'évolution de la réaction, réalisée ci haut, en mesurant le volume du dihydrogène formé par déplacement d'eau, dans une éprouvette graduée, en fonction du temps.

On détermine, ensuite, la concentration des ions  $\text{Zn}^{2+}$  correspondante à chaque volume mesuré.

- 2.1- Établir la relation entre  $V_{(\text{H}_2)}$ , volume du gaz  $\text{H}_2$  à l'instant t exprimé en mL, et  $[\text{Zn}^{2+}]$ , concentration des ions  $\text{Zn}^{2+}$  à l'instant t exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ .
- 2.2- Choisir, en justifiant, des deux courbes données: a et b, celle qui correspond à  $[\text{Zn}^{2+}] = f(t)$ .



2.3- L'observation du déplacement d'eau dans l'éprouvette montre qu'il commence rapide puis s'atténue pour cesser à la fin de la réaction. Interpréter cette observation.

2.4- Le tableau suivant montre les deux mélanges réactionnels : (1) et (2).

Mélange réactionnel	Température du mélange	Temps de demi-réaction
Mélange (1) : 100 mL de S + 1,3 g de poudre de Zn	20°C	$t_1$
Mélange (2) : 100 mL de S + 1,3 g de lame de Zn	40°C	$t_2$

2.4.1- Définir le temps de demi-réaction.

2.4.2- Justifier si l'on pourrait comparer les temps :  $t_1$  et  $t_2$ .

### Troisième exercice (6 points) Synthèse d'un ester

On se propose de préparer un ester à partir de certains composés chimiques disponibles au laboratoire.

Ces composés sont les suivants : un alcool A, acide éthanoïque, acide sulfurique concentré et un agent déshydratant  $P_2O_5$ .

#### Donnée :

- Masse molaire de l'alcool A,  $M(A) = 88 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- Masse volumique de l'alcool A,  $\mu = 0,80 \text{ g.mL}^{-1}$ .

#### **1- Identification de l'alcool (A)**

(A) est un monoalcool saturé non cyclique.

1.1- Déterminer la formule moléculaire de A.

1.2- En milieu acide et en présence d'un excès d'oxydant, l'alcool A se transforme en un composé organique qui réagit avec la D.N.P.H et qui ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

1.2.1- Noter ce qu'on observe dans les deux tests réalisés ci haut.

1.2.2- Préciser la classe de l'alcool A.

1.2.3- Écrire les formules semi-développées possibles de l'alcool A.

1.2.4- Donner le nom de l'alcool A, sachant que sa chaîne carbonée est ramifiée.

## **2- Réactions d'estérification**

*Utiliser, dans l'écriture des équations des réactions chimiques, les formules semi-développées des composés organiques.*

On prépare un ester à partir de l'acide éthanoïque et l'alcool A.

2.1- Écrire l'équation de la réaction entre A et l'acide éthanoïque.

2.2- Cette réaction est lente. Indiquer deux moyens pour augmenter sa vitesse.

2.3- Le même ester peut être préparé d'une façon différente en utilisant des composés donnés au début de cet exercice.

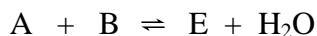
Écrire les équations de deux réactions permettant d'avoir cet ester.

## **3- Rendement d'une réaction d'estérification**

On chauffe un mélange de 0,5 mol d'acide éthanoïque et un volume  $V = 39,6$  mL de l'alcool A en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

À la fin de l'évolution du système réactionnel, on dose l'acide restant et on trouve que sa quantité de matière est égale à 0,25 mol.

La réaction dans ce mélange est modélisée par l'équation suivante :



Où B représente l'acide éthanoïque.

3.1- Calculer, en moles, la quantité initiale de l'alcool (A).

3.2- Déterminer le rendement de cette réaction.