

DISCIPLINE : SCIENCES PHYSIQUES

CLASSE DE : TERMINALE S₂

DUREE : 04 HEURES

EXERCICE 1

(04 points)

Les amines sont des composés organiques naturels ou de synthèse. Elles sont utilisées dans l'industrie et en médecine. De nombreuses toxines possèdent dans leur molécule une ou plusieurs fonctions amine.

Dans l'industrie, elles servent de solvants ou de matières premières dans la synthèse des colorants et des insecticides.

Une monoamine B, a pour formule brute générale $C_nH_{2n+3}N$ où n est un nombre entier

Lors d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves dispose d'une bouteille contenant une solution aqueuse (S) de cette monoamine B.

La bouteille porte les indications suivantes : Concentration molaire volumique $C_B=1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{pH}_B = 11,4$.

- 1.1. Pour identifier la mono amine B :
 - 1.1.1. Montrer que ce composé est une base faible puis écrire l'équation-bilan de sa réaction avec l'eau pure. **(0,5pt)**
 - 1.1.2. Donner les couples acide/base mis en jeu. **(0,25 pt)**
 - 1.1.3. Déterminer les concentrations molaires volumiques des diverses espèces chimiques présentes dans la solution aqueuse (S), puis en déduire le pK_a du couple dont B est la base conjuguée. **(01 pt)**
 - 1.1.4. A partir du tableau ci-dessous trouver son nom et sa formule semi- développée. **(0,25 pt)**

Nom de l'amine	pK_a du couple acide/base associé
Méthanamine	10,7
N-méthyl méthanamine	10,73
N,N-diméthylméthanamine	9,80
Éthanamine	10,8

- 1.2. Pour confirmer ce composé, le professeur leur propose de faire le dosage d'une solution aqueuse (S_1) obtenue par dilution de la solution (S) dont la concentration molaire volumique est $C_{B1}=6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Ainsi il prélève un échantillon de volume $V_{B1}=30 \text{ mL}$ de (S_1) et y verse progressivement une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^++\text{Cl}^-$) de concentration molaire volumique C_a .

A l'aide d'un pH-mètre, il note la valeur du pH du mélange réactionnel après chaque ajout d'un volume V_a de solution acide. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

$V_a(\text{mL})$	0,0	5,0	9,0	15	16	17	18	19	20	21	25
pH	11,8	11,2	10,8	10,1	9,9	9,4	6,1	2,9	2,4	2,2	1,9

- 1.2.1. Faire le schéma annoté du dispositif de dosage utilisé par le groupe d'élèves. **(0,5 pt)**
- 1.2.2. Tracer la courbe de variation du pH en fonction de V_a : **(0,5 pt)**
(En abscisse : 1 cm pour 1,0 mL ; en ordonnée : 1 cm pour une unité de pH.)
- 1.2.3. Définir l'équivalence acido-basique, puis déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E en précisant la méthode employée. **(0,5 pt)**
- 1.2.4. Déterminer graphiquement le pK_a du couple mis en jeu. Conclure. **(0,5 pt)**

EXERCICE 2

(04 points)

Le fer réagit avec les acides en général. Pour cette raison, les emballages alimentaires qui en contiennent sont protégés par du vernis ou de la peinture. Cette réaction avec l'acide chlorhydrique conduit entre autres à la formation de dihydrogène.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :

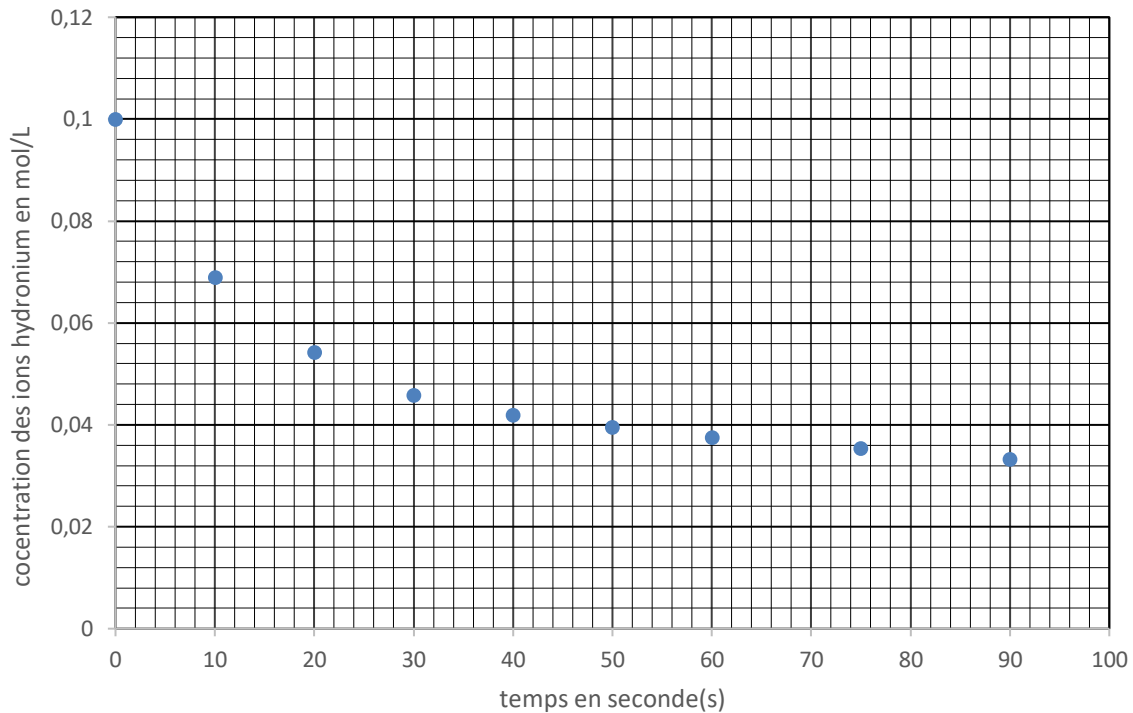


C'est une réaction dont l'évolution peut être suivie pendant une séance de travaux pratiques.

On introduit alors dans un ballon de la poudre de fer en excès, avant d'ajouter 40mL d'acide chlorhydrique de concentration molaire 0,1 mol/L, avec les précautions requises. Le milieu réactionnel est maintenu à une température constante de 30°C.

On déclenche aussitôt un chronomètre. La mesure du volume V de dihydrogène recueilli dans une éprouvette graduée, permet de déterminer la concentration en ions H_3O^+ restant dans la solution, dont le volume V_S sera considéré comme constant et égal à 40 mL. Le volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience est $24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- 2.1. Montrer que la réaction indiquée ci-dessus est une réaction d'oxydoréduction . On écrira les demi-équations électroniques en précisant les deux couples oxydant/réducteur mis en jeu. **(0,75pt)**
- 2.2. Pour les ions H_3O^+ restant en solution à l'instant t , établir la relation : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \left(1 - \frac{V}{48}\right)$ avec V mL. **(0,5pt)**
- 2.3. La courbe ci-contre donne les variations de la concentration des ions hydronium H_3O^+ en fonction du temps.
- 2.3.1. Définir puis calculer la vitesse moyenne volumique de disparition des ions H_3O^+ entre $t_1 = 10$ s et $t_2 = 70$ s. **(0,5pt)**
- 2.3.2. Définir la vitesse volumique de disparition des ions H_3O^+ à l'instant t , puis la calculer à l'instant $t = 35$ s. **(0,5pt)**
- 2.3.3. Comment évolue la vitesse volumique de disparition des ions H_3O^+ au cours du temps ? Justifier. **(0,25pt)**
- 2.3.4. Quel est le facteur cinétique qui est à l'origine de cette évolution ? **(0,25pt)**
- 2.3.5. Trouver la vitesse volumique de formation du dihydrogène à la date $t=35$ s. **(0,5pt)**
- 2.4. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,25pt)**
- 2.5. On reprend cette même expérience mais à la température de 20°C .
- 2.5.1. Le nouveau temps de demi- réaction $t'_{1/2}$ est-il plus grand ou plus faible qu'à 30°C ? **(0,25pt)**
- 2.5.2. Sur la courbe précédente, donner l'allure de la courbe $[\text{H}_3\text{O}^+] = f(t)$ à la température de 20°C . **(0,25pt)**



EXERCICE 3

(04 points)

Lors d'une activité de recherche sur l'intérêt des satellites, des élèves d'une classe de Terminale S_2 découvrent que GIOVE-A, est un satellite pilote qui constitue la toute première étape vers la mise en œuvre opérationnelle du nouveau système européen de navigation par satellite à l'échelle mondiale.

Le satellite Giove-A est assimilé à un point matériel G de masse $m_{\text{sat}} = 700$ kg. Il est supposé soumis à la seule interaction gravitationnelle due à la Terre, et il décrit un cercle de centre O , à l'altitude $h = 23,6 \cdot 10^3$ km.

La Terre est supposée sphérique et homogène. On appelle O son centre, sa masse $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg et son rayon $R_T = 6,38 \cdot 10^3$ km.

La constante de gravitation : $K = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI

3.1. Mouvement du satellite Giove-A autour de la Terre

3.1.1. Sans souci d'échelle, faire un schéma représentant la Terre, le satellite sur sa trajectoire et la force exercée par la Terre sur le satellite. (0,25pt)

3.1.2. Donner l'expression vectorielle de cette force. (0,25pt)

3.1.3.

3.1.3.1. Dans quel référentiel le mouvement du satellite est-il décrit ? (0,25pt)

3.1.3.2. Quelle hypothèse concernant ce référentiel faut-il faire pour appliquer la seconde loi de Newton ? (0,25pt)

3.1.3.3. En appliquant la seconde loi de Newton au satellite, déterminer l'expression du vecteur-accelération. (0,25pt)

3.1.3.4. Donner les caractéristiques du vecteur accélération. (0,5pt)

3.1.4. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. Exprimer sa vitesse et la calculer. (0,5pt)

3.1.5. Définir la période de révolution T du satellite. Donner son expression en fonction de K, M_T , h et R.

Calculer T. (0,5pt)

3.2. Energie de gravitation du satellite

3.2.1. Exprimer puis calculer l'énergie cinétique du satellite **Giove-A** autour de la Terre. (0,25pt)

3.2.2. Montrer que l'énergie potentielle de gravitation $E_p = -\frac{KM_T m_{sat}}{r}$ (référence prise à l'infini). (0,5pt)

3.2.3. Calculer l'énergie mécanique du satellite. Quelle sera son orbite si on lui fournit en valeur absolue la moitié de cette énergie ? (0,5pt)

EXERCICE 4

Le zirconium naturel (ou zircon minéral que l'on trouve à Diogo et à Niafrang en Casamance (Sénégal) est composé des quatre isotopes stables ^{90}Zr , ^{91}Zr , ^{92}Zr et ^{94}Zr .

Une chambre d'ionisation produit à partir du zircon naturel des ions $^{90}_{40}\text{Zr}^{4+}$ et $^{92}_{40}\text{Zr}^{4+}$ de masses respectives m_1 et m_2 . Ces derniers sont injectés avec une vitesse initiale supposée nulle par l'orifice O d'une plaque C, puis accélérés jusqu'au point O' où ils pénètrent dans la chambre de déviation. Entre les plaques C et A distantes de d_0 , on applique une tension accélératrice $U_0 = V_C - V_A$.

4.1. Reproduire sur votre copie la chambre d'accélération en y représentant les polarités des plaques C et

A.

(0,25 pt)

4.2. Préciser le signe de la tension U_0 en le justifiant, puis donner les caractéristiques du vecteur-champ électrostatique \vec{E}_0 créé entre les plaques C et A. (0,75 pt)

4.3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre C et A, montrer que l'expression de la vitesse v_i de l'ion considéré peut

s'écrire sous la forme $v_i = \sqrt{\frac{q U_0}{m_i}}$. Calculer la vitesse v_1 correspondant à l'ion

$^{90}_{40}\text{Zr}^{4+}$.

(0,75 pt)

4.4. Après le passage en O', les ions pénètrent dans une enceinte où règne un champ magnétique \vec{B} , perpendiculaire au vecteur-vitesse des ions et perpendiculaire au plan de la figure.

4.4.1. Reprendre la figure 3 sur votre copie en y précisant le sens de \vec{B}

pour que les ions parviennent en A_1 et A_2 points d'impact sur la plaque photographique. Justifier votre réponse en explicitant la règle employée.

(0,75 pt)

4.4.2. Montrer que chacun des ions cités ci-dessus décrit un mouvement circulaire uniforme de rayon

$$R_i = \frac{1}{B} \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{\frac{U_0 m_i}{e}}$$

(0,75 pt)

4.4.3. Calculer les rayons R_1 et R_2 respectifs des ions ${}^{90}_{40}\text{Zr}^{4+}$ et ${}^{92}_{40}\text{Zr}^{4+}$ sachant que $B=7,5 \cdot 10^{-1}\text{T}$. (0,5 pt)

4.4.4. Calculer la distance a séparant les points d'impact des ions sur la plaque photographique. (0,25 pt)

Données : $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $|U_0| = 2,50 \cdot 10^4 \text{ V}$; $d_0 = 25 \text{ cm}$.

EXERCICE 5

Un solénoïde de 50 cm de longueur et de 8 cm de diamètre est considéré comme infiniment long ; il comporte 2000 spires par mètre.

5.1. Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique à l'intérieur du solénoïde quand il est parcouru par un courant.

5.2. Calculer l'inductance de ce solénoïde.

5.3. On réalise, avec ce solénoïde, le montage de la figure 3 : la résistance interne du générateur est négligeable.

5.3.1. L'interrupteur K est dans la position 1. Quelle est, en régime permanent, l'intensité I_0 du courant dans le circuit ?

5.3.2. Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine.

5.4. En un temps infiniment bref et à la date $t=0$, l'interrupteur K passe de la position 1 à la position 2.

5.4.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant dans le circuit.

5.4.2. Vérifier que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

avec $\tau = \frac{L}{R+r}$ (constante de temps).

5.5. Soit u_R la tension aux bornes du dipôle BC et t_2 le temps au bout duquel u_R atteint 90% de sa valeur maximale. Soit t_1 le temps au bout duquel u_R atteint 10% de sa valeur maximale.

5.5.1. Exprimer $t_d = t_2 - t_1$ en fonction de τ .

5.5.2. A partir de la courbe $u_R = f(t)$ représenté à la figure 4, déterminer t_d et en déduire la valeur de τ .

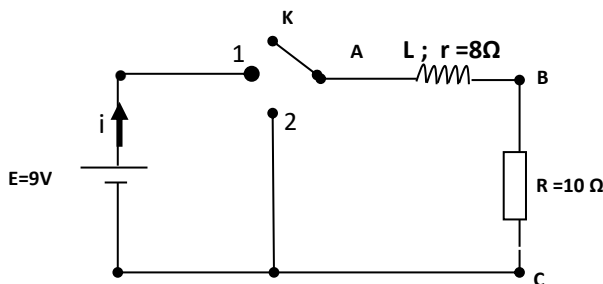


Figure 3

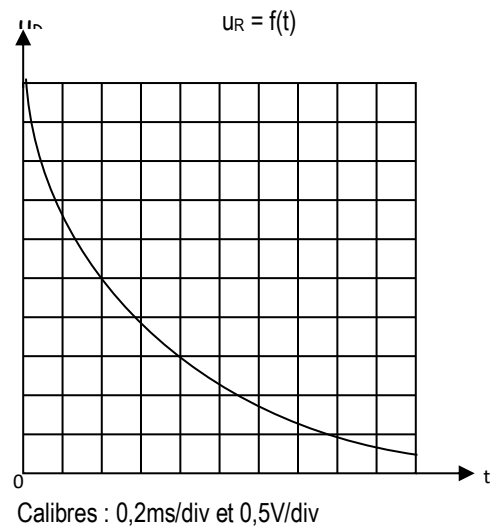


Figure 4

Fin du sujet

