REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Education nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

Composition Standardisée de Sciences Physiques

2^{r} Semestre 2024 **TS2** *Durée : 04 heures*

Exercice 1 : (4 points)

Données : Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ; le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

L'ammoniac NH_3 est un gaz qui, dissous dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniac. Des solutions commerciales d'ammoniac sont utilisées, après dilution, comme produits de nettoyage.

Cette partie de l'exercice se propose d'étudier une solution aqueuse d'ammoniac.

On prépare une solution aqueuse S_b, de volume V, en diluant 100 fois une solution commerciale d'ammoniac S_o de concentration C_o.

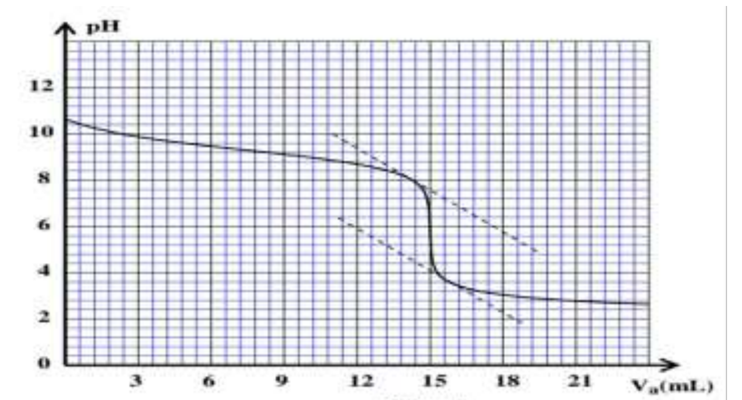


Figure 1

1.1. Dosage de la solution S_b :

On réalise le dosage pH-métrique d'un volume $V_b = 15\ mL$ de la solution aqueuse S_b de concentration C_b par une solution aqueuse S_a d'acide chlorhydrique $(H_3O^+ + Cl^-)$ de concentration $C_a = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$. La courbe de la figure 1 représente les variations du pH du mélange en fonction du volume V_a de la solution S_a : $pH = f(V_a)$.

1.1.1. Écrire l'équation de la réaction de dosage. **(0,5pt)**

1.1.2. Après avoir défini l'équivalence acidobasique, établir la relation entre C_b, C_a, V_b et V_{aE} le volume versé de la solution S_a à l'équivalence. **(0,5pt)**

1.1.3. Montrer que la concentration de la solution S_b est $C_b = 10^{-2} mol.L^{-1}$. En déduire C_o. **(0,75pt)**

Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, l'indicateur adéquat pour réaliser ce dosage. Justifier votre réponse. **(0,75pt)**

Indicateur coloré	*Hélianthine*	*Rouge de méthyle*	*Phénolphtaléine*
Zone de virage	3,1 – 4,4	4,2 – 6,2	8,2 – 10

1.2. Étude de la solution S_b

La mesure du pH de la solution S_b donne $pH = 10,6$

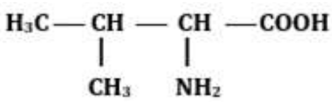
1.2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau. **(0,5pt)**

1.2.2. Calculer la concentration molaire effective des ions hydroxydes HO^- dans la solution S_b. **(0,5pt)**

1.2.3. En déduire la valeur du pK_A du couple NH_4^+/NH_3. **(0,5pt)**

Exercice 2 : (4 points)

La valine (Val) est un composé acide α-aminés de formule semi développée



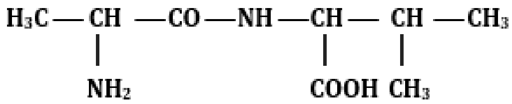
2.1. Montrer que la molécule est chirale. Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer. **(0,75pt)**

2.2. En solution aqueuse la valine donne trois formes ionisées dont un ion dipolaire appelé Zwitterion.

2.2.1. Ecrire les équations de deux réactions du Zwittérion sur l'eau en mettant en évidence les couples acido-basiques de pka 2,4 et 9,8. , **(1pt)**

2.2.2. Après avoir attribué à chacun des couples le pKa qui lui correspond avec justification à l'appui, indiquer sur une échelle des pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée. **(1pt)**

2.3. On désire synthétiser ,par condensation de la valine avec un autre acide α-aminé, le dipeptide suivant :



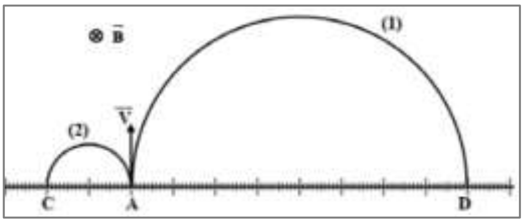
2.3.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de condensation. **(0,75pt)**
2.3.2. Donner le nom systématique de l'autre acide α-aminé. **(0,5pt)**

Exercice 3 : **(4 points)**

Parmi les applications de la force de Lorentz, nous avons le spectrographe de masse. C'est un appareil utilisé pour séparer des particules chargées de masses ou de charges différentes. Le but de cet exercice est de déterminer la masse d'une particule chargée en étudiant son mouvement dans un champ magnétique uniforme.

- Deux particules chargées He^{2+} et O^{2-} sont introduites en un point A, avec la même vitesse initiale $\vec{V}$, dans un espace où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, perpendiculaire au vecteur $\vec{V}$.
- On considère que les deux particules He^{2+} et O^{2-} ne sont soumises qu'à la force de Lorentz.

  On donne : La masse de la particule He^{2+} : $\boldsymbol{m}\,(\mathbf{He^{2+}}) = \mathbf{6,68.10^{-27}kg}$



3.1. Identifier la trajectoire correspondant à chaque particule, justification à l'appui. (**1pt**)

3.2. Montrer que le mouvement de l'ion He^{2+} est uniforme et que sa trajectoire est circulaire de rayon

$$R_{He^{2+}} = \frac{m(He^{2+}).V}{2eB}$$ **(1pt)**

3.3. A partir de la figure déterminer, le rapport $\frac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}}$. ($R_{O^{2-}}$ éstt le rayon de la trajectoire de l'ion O^{2-}). (**1pt**)

3.4. Montrer que la masse de la particule O^{2-} est : $\boldsymbol{m}\,(\mathbf{O^{2-}}) = 2,\mathbf{67.10^{-26}kg.}$ **(1pt)**

Exercice 4 : **(4 points)**

Etude d'oscillateurs électrique et mécanique libres suivie d'une analogie de grandeurs électriques et de grandeurs mécaniques.

Partie A : Oscillateur électrique

On réalise le circuit de la figure 2 ci- contre.

On place le commutateur K en position (1).

Une fois le condensateur chargé, on le bascule en position (2).

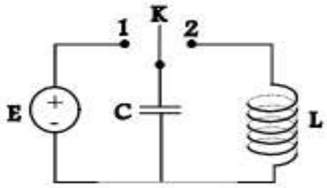


Fig 2

4.1. Après avoir orienté le circuit et représenté les tensions aux bornes des dipôles, établir l'équation différentielle de la décharge du condensateur dans la bobine inductive en fonction de q . **(0,5pt)**
En déduire l'expression de la période $\boldsymbol{T_0}$ des oscillations en fonction de L et C. **(0,25pt)**

4.2. Les solutions de l'équation différentielle sont de la forme : $\boldsymbol{q(t) = Q_m sin(\omega_0 t + \varphi)}$. Cette fonction est représentée par la courbe de la figure 4 ci-dessous.

4.2.1. Déterminer à partir de cette courbe, l'amplitude $\boldsymbol{Q_m}$, la période $\boldsymbol{T_0}$ et la phase initiale $\boldsymbol{\varphi}$. **(0,5pt)**

4.2.2. Montrer que de l'énergie électromagnétique $E(t)$ de l'oscillateur est constante. **(0,25pt)**

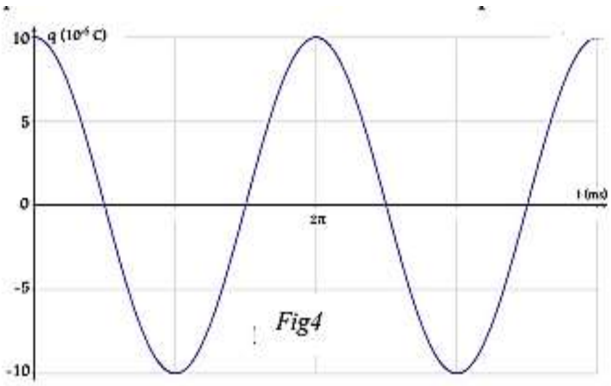
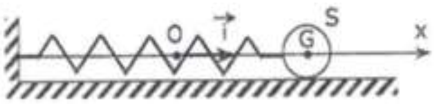


Fig4

Partie B : Oscillateur mécanique

4.3. Un pendule élastique horizontal est constitué d'un ressort de raideur K et d'un solide de masse m de centre



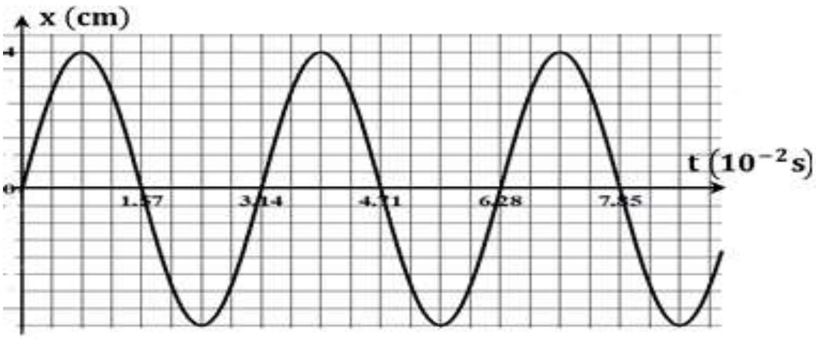
d'inertie G. Le solide S se déplace sans frottement suivant un axe orienté x'x comme l'indique la figure ci-contre. A un instant de date $t = 0s$, le solide est écarté de sa position d'équilibre puis lâché sans vitesse initiale.

4.3.1. Reproduire le schéma et représenter les forces qui s'exercent sur (S) à un instant t. **(0,5pt)**

4.3.2. Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du solide S. **(0,5pt)**

4.3.3. En déduire l'expression de la période T_0 des oscillations en fonction de K et m.. **(0,25pt)**

4.4. Les solutions de l'équation différentielle sont de la forme : $x(t) = X_m sin(\omega_0 t + \varphi)$. Cette fonction est représentée par la courbe de la figure 4 ci-dessous



4.4.1. Déterminer à partir de cette courbe, l'amplitude X_m des élongations, la période T_0 des oscillations et la phase initiale φ du mouvement. **(0,5pt)**

4.4.2. Montrer que l'énergie mécanique totale $E(t)$ est une constante. **(0,25pt)**

4.5. Etablir les analogies entre les grandeurs électriques et mécaniques des deux systèmes oscillants étudiés dans les parties A et B. **(0,5pt)**

Exercice 5 : **(4 points)**

Cet exercice se propose d'étudier :

- la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension.
- la décharge d'un condensateur dans un dipôle RL.

5.1. Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

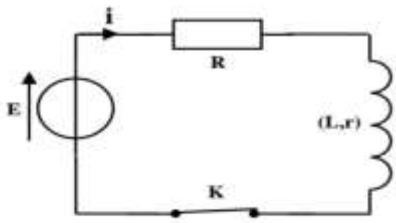


Figure 1

On réalise le montage schématisé sur la $figure 1$.

Ce montage comporte :

- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 90\Omega$
- un générateur de force électromotrice E et de résistance interne négligeable ;
- un interrupteur K.

On ferme l'interrupteur à un instant de date $t = 0$. Un système informatisé permet de tracer les courbes (C_1) et (C_2) représentant successivement l'intensité du courant $i(t)$ et la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine. La droite (T) représente la tangente à la courbe (C_1) à $t = 0$. ($figure$ 2).

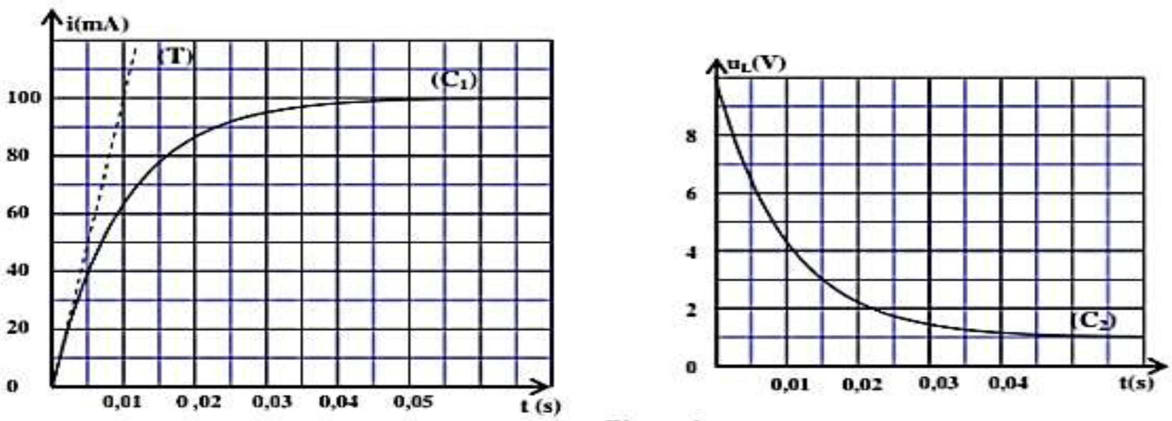


Figure 2

5.1.1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$ s'écrit :

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L} i = \frac{E}{L}.$$ **(0,5pt)**

5.1.2. Déterminer la valeur de r **à** partir des courbes (C_1) et (C_2),, **(0,5pt)**

5.1.3. Déterminer la constante de temps **(0,5pt)**

5.1.4. Vérifier que $L = 1H$. **(0,5pt)**

5.2. Décharge d'un condensateur dans un dipôle (R,L)

A une nouvelle origine des dates $t = 0$, un condensateur de capacité C, totalement chargé est monté en série avec la bobine précédente et un conducteur ohmique de résistance $R = 90\ \Omega$ ($figure$ 3).
La courbe de la figure 4 représente l'évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

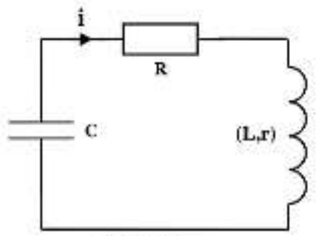


Figure 3

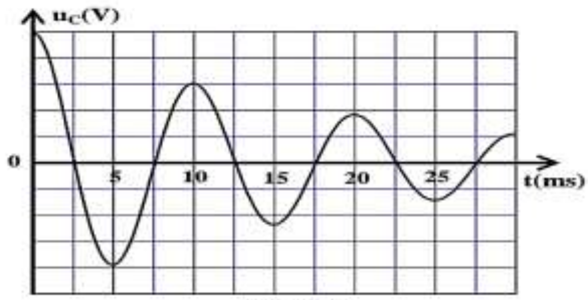


Figure 4

5.2.1. Quel est le régime d'oscillation mis en évidence par la courbe de la $figure$ 4 ? **(0,5pt)**

5.2.2. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$. **(1pt)**

5.2.3. Sachant que la pseudopériode est sensiblement égale à la période propre, trouvera la capacité C du condensateur. ($on\ prendra\ \pi^2 = 10$). **(0,5pt)**

FIN DE SUJET