



COMPOSITIONS DU 2nd SEMESTRE CLASSE DE TERMINALE S2

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DUREE : 4h

EXERCICE 1 : (03,5 points)

Un composé organique B a pour formule brute C_2H_7N .

1.1. Une solution aqueuse (S) du composé B de concentration molaire volumique $C_b = 6,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un pH égal à 11,8 à 25 °C.

1.1.1. Le composé B est-il une base faible ou une base forte ? Pourquoi ? (0,25 pt)

1.1.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction avec l'eau. (0,25 pt)

1.1.3. Déterminer théoriquement la valeur du pKa du couple acide-base relatif au composé B. (0,25 pt)

1.2. Pour vérifier la valeur de ce pKa on procède au dosage d'un volume $V_b = 30 \text{ mL}$ de (S). Ce dosage est réalisé avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

La courbe de variation du pH du milieu réactionnel est représentée sur une feuille de papier millimétré jointe en annexe à la page 5/5.

1.2.1. En quoi la courbe $\text{pH} = f(V)$ confirme-t-elle la force de la base B, explicitée à la question **1.1.1** ? (0,25 pt)

1.2.2. Déterminer graphiquement les coordonnées du point E, point d'équivalence en faisant figurer sur le graphe la méthode utilisée. (0,5 pt)

1.2.3. Préciser en justifiant la nature et la composition de la solution au point équivalent. (0,5 pt)

1.2.4. Définir la demi-équivalence; préciser, en justifiant, la nature du mélange à la demi-équivalence.

Rappeler une propriété caractéristique de ce mélange. (0,75 pt)

1.2.5. Déterminer la valeur du pKa du couple acide-base relatif au composé B et la comparer à celle déterminée théoriquement à la question **1.2.2**. (0,25 pt)

1.3. Lors du dosage de la solution (S), on peut repérer le point d'équivalence en utilisant un indicateur coloré.

1.3.1. Rappeler la signification de « zone de virage » d'un indicateur coloré. (0,25 pt)

1.3.2. Parmi les indicateurs colorés suivants, quel est le plus approprié pour repérer le point d'équivalence ? (Justification à l'appui). (0,25 pt)

Indicateur	Hélianthine	B.B.T	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1-4,4	6,0-7,6	8,2-10,0

EXERCICE 2 : (04,5 points)

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : $M(C) = 12$; $M(H) = 1$; $M(O) = 16$; $M(N) = 14$.

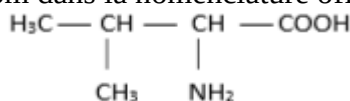
Les acides aminés sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques.

2.1. Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote d'un acide α -aminé B de formule générale $C_xH_yO_zN$: % C = 46,60 ; % H = 8,74 ; % N = 13,59.

2.1.1. Vérifier que la formule brute de B s'écrit $C_4H_9NO_2$, en calculant les valeurs de x, y et z. (01 pt)

2.1.2. Ecrire la formule semi-développée de B et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

2.2. La valine (val) est un acide α -aminé de formule :



2.2.1. Montrer que la molécule de valine est chirale. (0,25 pt)

Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer. (0,5 pt)

2.2.2. En solution aqueuse la valine donne trois formes ionisées dont un ion dipolaire, appelé zwitterion. Ecrire les équations des deux réactions du zwitterion sur l'eau en mettant en évidence les couples acido-basiques de pK_A 2,4 et 9,8. (01 pt)

2.2.3. Après avoir attribué à chacun des couples le pK_A qui lui correspond, justification à l'appui, indiquer sur une échelle des pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée. (0,75 pt)

2.3. On désire synthétiser un dipeptide D par condensation de B avec la Valine.

Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que B est l'acide α -aminé C-terminal. Entourer la liaison peptidique. Décrire le principe de la synthèse. (0,5 pt)

EXERCICE 3: (04 points)

L'oxygène possède 17 isotopes connus de nombre de masse variant entre 12 et 28. Trois d'entre eux sont stables.

Des ions négatifs isotopes de l'oxygène $^{16}\text{O}^{2-}$, $^{17}\text{O}^{2-}$ et $^{18}\text{O}^{2-}$ de même charge $q = -2e$ avec $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, de masses respectives $m_1 = 16u$, $m_2 = 17u$,

$m_3 = xu$ avec $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, émis à partir du point T_1 avec une vitesse initiale négligeable sont accélérés entre T_1 et T_2 . Ils se déplacent dans le vide suivant la direction Tx . On négligera le poids devant les autres forces.

3.1. ACCELERATION DES IONS.

3.1.1. Quel est le signe et la valeur absolue de la tension $U_{P_1P_2}$ pour que les ions oxygène arrive en T_2 avec une énergie cinétique de $1,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$. (0,5 pt)

3.1.2. Exprimer le carré de la vitesse v_3^2 de l'ion $^{18}\text{O}^{2-}$ en T_2 en fonction de x et de u . (0,25 pt)

3.1.3. Soit v_1 la vitesse en T_2 de l'ion $^{16}\text{O}^{2-}$. On donne le rapport $\frac{v_3}{v_1} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$; en déduire la valeur entière x du nombre de masse de l'ion $^{18}\text{O}^{2-}$. (0,5 pt)

3.2. FILTRE DE VITESSE.

Arrivés en T_2 , les ions pénètrent dans un filtre de vitesse constitué par :

- Deux plaques horizontales M et N distantes de $d = 20 \text{ cm}$ entre lesquelles on établit une différence de potentiel $U = V_M - V_N = 1,68 \text{ kV}$.
- Un dispositif du type bobines de Helmholtz crée dans l'espace inter plaques un vecteur champ magnétique de direction T_2z , perpendiculaire aux vitesses des ions et au vecteur champ électrique $\vec{E}$.

3.2.1. Quel doit être le sens du champ magnétique $\vec{B}$ pour que les ions $^{17}\text{O}^{2-}$ arrivant en T_2 avec la vitesse v_2 traversent le dispositif en ligne droite ? (0,25 pt)

3.2.2. Exprimer B en fonction de v_2 (vitesse de l'ion $^{17}\text{O}^{2-}$), U , et d . Calculer B en mT. (0,5 pt)

3.2.3. Préciser, justification à l'appui, le sens de déviation des ions $^{16}\text{O}^{2-}$ et $^{18}\text{O}^{2-}$. (0,5 pt)

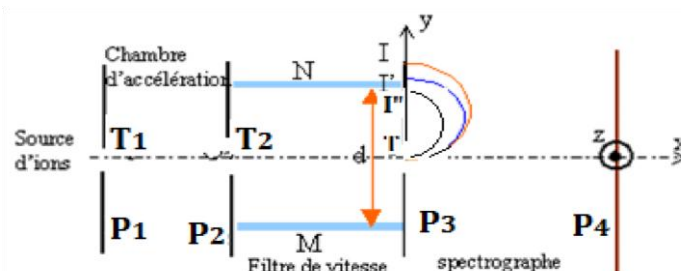
3.2.4. En maintenant B et U constants quelle devrait être la distance entre les plaques pour que les ions $^{16}\text{O}^{2-}$ ne soient pas déviés. (0,25 pt)

3.3. SPECTROGRAPHE DE MASSE.

En faisant varier la valeur du champ magnétique dans le filtre de vitesse, on peut faire passer par le point O l'un ou l'autre des isotopes. Les ions pénètrent alors dans un champ magnétique tel que le vecteur champ $\vec{B}_0$ dirigé suivant Oz a une intensité $B_0 = 0,5 \text{ T}$.

3.3.1. Quel doit être le sens de ce champ pour que les ions soient déviés vers les y positifs ? (0,25 pt)

3.3.2. Dans quel plan s'effectue le mouvement des ions dans le spectrographe de masse ? Justifier la réponse. (0,25 pt)



3.3.3. Montrer que le mouvement des électrons dans la zone où règne le champ $\vec{B}_0$ est circulaire et uniforme. **(0,25 pt)**

3.3.4. On observe sur la plaque photographique trois points d'impacts. Calculer la distance entre les points d'impact des ions $^{16}\text{O}^{2-}$ et des ions $^{18}\text{O}^{2-}$. **(0,25 pt)**

3.3.5. Pour les ions $^{17}\text{O}^{2-}$, un galvanomètre (qui n'est pas représenté sur la figure) indique qu'ils correspondent à la circulation d'un courant d'intensité $I = 18,2 \mu\text{A}$ pendant une durée $\Delta t = 60 \text{ ms}$. Calculer le nombre d'ions $^{17}\text{O}^{2-}$ qui ont été collectés. **(0,25 pt)**

EXERCICE 4: (03,5 points)

Le condensateur est un composant qui peut emmagasiner de l'énergie électrique. Cette énergie peut être restituée, à tout moment, sous diverses formes.

Dans la suite on étudie la charge puis la décharge d'un condensateur. Pour se faire, on réalise le montage schématisé ci-après (figure 1).

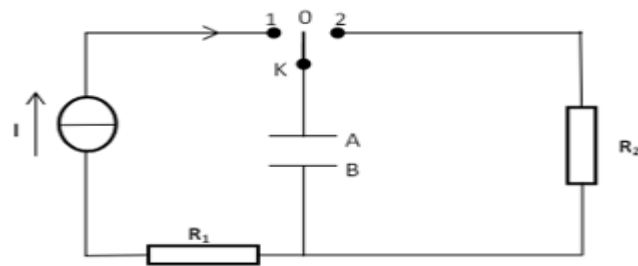


Figure 1

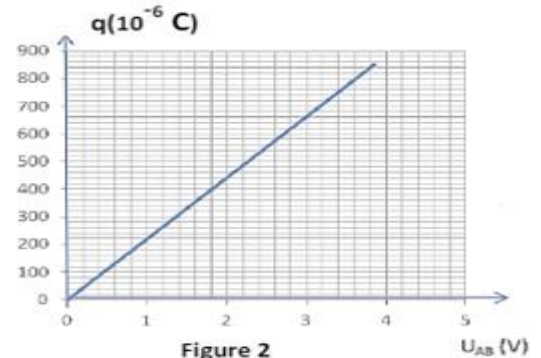


Figure 2

4.1. Etude de la charge du condensateur

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K en position 1 (figure 1) à la date $t = 0$. On considère, dans cette étape, qu'un courant d'intensité constante $I = 17 \mu\text{A}$ traverse le circuit. On enregistre, par un dispositif approprié, les valeurs de la tension U_{AB} entre les armatures du condensateur au cours du temps t . L'enregistrement étant terminé, on calcule pour chaque valeur de t la charge $q(t)$ de l'armature A du condensateur.

4.1.1. Tenant compte de l'orientation du circuit, donner l'expression qui permet de calculer la charge q en fonction de la date t . **(0,25 pt)**

4.1.2. Le graphe de la charge q en fonction de la tension U_{AB} est représenté par la figure 2. Déduire, par exploitation du graphe :

- la capacité C du condensateur. **(0,25 pt)**
- la date à laquelle la tension U_{AB} prend la valeur $1,80 \text{ V}$. **(0,25 pt)**

4.2. Etude de la décharge du condensateur

Lorsque la tension entre les armatures vaut $U_0 = 3,85 \text{ V}$, on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps $t = 0$.

4.2.1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée U_{AB} est de la forme:

$\frac{1}{\beta} \frac{dU_{AB}}{dt} + U_{AB} = 0$ où β est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit. **(0,75 pt)**

4.2.2. Donner le nom de la constante $\frac{1}{\beta}$; préciser sa signification physique. **(0,5 pt)**

4.2.3. L'équation différentielle a une solution de la forme $u_{AB}(t) = \alpha e^{-\beta t}$ où α est une constante.

- Préciser la valeur de α . Ebaucher la courbe traduisant la variation de la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps. **(0,5 pt)**
- Exprimer, puis calculer l'énergie E_0 , emmagasinée par le condensateur à la date $t = 0$. **(0,5 pt)**
- En supposant que cette énergie a pu être restituée, totalement, par le flash d'un appareil photo, en une durée égale de $0,1 \text{ ms}$, calculer la puissance moyenne de ce « flash ». **(0,5 pt)**

EXERCICE 5 : (04,5 points)

Un solide (S), de masse m , est attaché à l'extrémité libre d'un ressort horizontal parfaitement élastique, à spires non jointives, de constante de raideur K et de masse négligeable. On néglige les frottements. On étudie le mouvement de (S) relativement à un repère $(O, \vec{i})$ dont l'origine O coïncide avec la position d'équilibre du centre d'inertie G de (S).

Le plan horizontal contenant le ressort est pris comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.

5.1. On écarte (S) de sa position d'équilibre dans le sens des élongations positives jusqu'à une abscisse x_0 et on le lâche, à la date $t = 0$, sans vitesse initiale ($\vec{v}(0) = \vec{0}$).

5.1.1. Par application de la relation fondamentale de la dynamique, établir l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G de (S). (0,25 pt)

5.1.2. En déduire l'expression de la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur considéré. (0,25 pt)

5.1.3. Vérifier que : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$ est une solution de l'équation différentielle. (0,25 pt)

5.1.4. Donner l'expression de l'énergie mécanique E_m de l'oscillateur en fonction de m , K , x et v . (0,25 pt)

5.1.5. Montrer que E_m est constante. Donner alors son expression en fonction de K et X_m . (0,5 pt)

On donne ci-contre les courbes de variations en fonction de l'élongation x , de l'énergie mécanique E_m et de l'énergie potentielle élastique E_{pe} du système {solide + ressort}.

5.1.6. Identifier, parmi les courbes (a) et (b), celle qui représente $E_m = f(x)$. En déduire la valeur de E_m . (0,5 pt)

5.1.7. Déterminer graphiquement la valeur de l'amplitude X_m des oscillations. (0,25 pt)

5.1.8. Calculer la valeur de la constante de raideur K du ressort. (0,25 pt)

5.2. Sachant que le solide passe par la position d'équilibre avec une vitesse de module $\|\vec{v}\| = 0,5 m \cdot s^{-1}$

5.2.1. Montrer que sa masse est $m = 0,2 \text{ Kg}$. (0,25 pt)

5.2.3. Calculer la valeur de la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur. (0,25 pt)

5.2.4. Déterminer la phase initiale φ_x de l'élongation $x(t)$. Ecrire alors la loi horaire de $x(t)$. (0,5 pt)

5.3. En réalité et au cours de son mouvement, l'oscillateur subit des frottements visqueux dont l'action est représentée par une force unique $\vec{f} = -h\vec{v}$. L'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G de (S) s'écrit alors :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{h}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0.$$

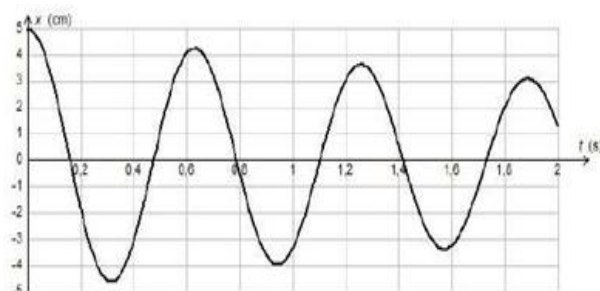
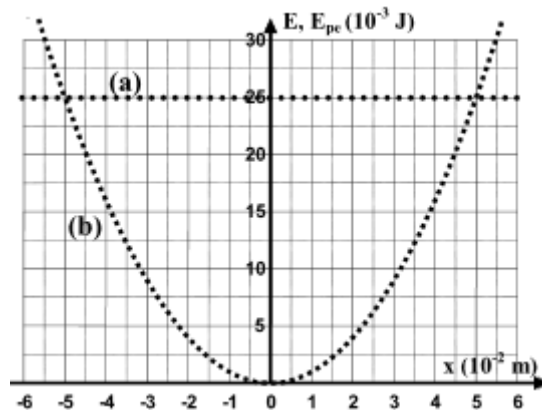
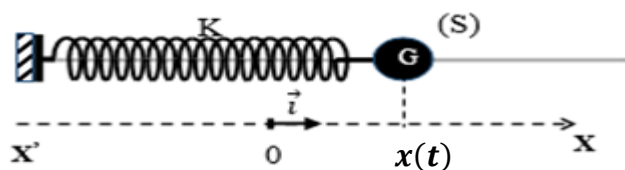
L'enregistrement des variations de l'élongation $x(t)$ au cours du temps est donné ci-contre

5.3.1. Quelle est la nature du régime oscillatoire? Interpréter l'amortissement des oscillations. (0,5 pt)

5.3.2. L'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G de (S) s'écrit sous la forme :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 0,5 \cdot \frac{dx}{dt} + 100x = 0. \text{ Déterminer la valeur du coefficient de frottement } h \text{ et retrouver celle de } \omega_0. (0,5 \text{ pt})$$

FIN DU SUJET



ANNEXE

