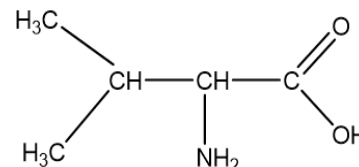


**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1: (03 points)****Données:**  $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Afin d'améliorer ses performances, un sportif décide de prendre des compléments alimentaires. Parmi ces derniers, il existe des molécules à chaîne carbonée ramifiée particulièrement importantes pour le sportif : la valine, la leucine et l'isoleucine.

1.1. On s'intéresse à la valine dont la formule semi-développée est ci-contre :



1.1.1. Recopier la formule semi-développée de la Valine en entourant et en nommant ses groupes fonctionnels caractéristiques. (0,5 pt)

1.1.2. Donner le nom de la valine dans la nomenclature systématique. (0,25 pt)

1.1.3. La molécule de valine est-elle chirale ? Justifier. (0,5 pt)

1.1.4. Faire la représentation de Fischer de la configuration (D) de la valine. (0,25 pt)

1.1.5. Ecrire les formules semi-développées des trois ions de la valine en solution aqueuse. (0,25 pt)

1.2. L'isoleucine ou acide 2-amino-3-méthylpentanoïque peut réagir avec la valine pour conduire à la formation de dipeptides.

1.2.1. Combien de dipeptides peut-on obtenir à partir d'une molécule d'isoleucine et d'une molécule de valine ? (0,25 pt)

1.2.2. Comment appelle-t-on la réaction entre l'isoleucine et la valine? Quel nom donne-t-on à la liaison formée ? (0,5 pt)

1.3. On réalise la décarboxylation d'une masse  $m = 13,1 \text{ g}$  de la leucine, isomère de l'isoleucine.

1.3.1. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules brutes des composés. (0,25 pt)

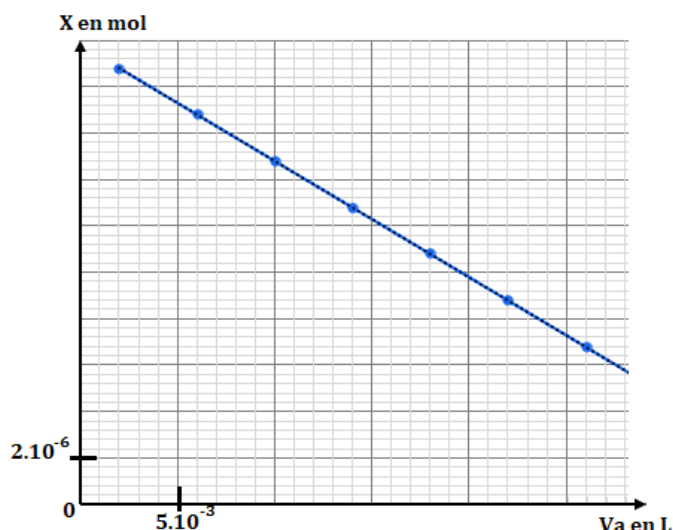
1.3.2. Le rendement de la réaction de cette décarboxylation est  $r = 70\%$ . Trouver la masse du produit organique obtenu. (0,25 pt)**EXERCICE 2 : (03 points)**Toutes les solutions sont à  $25^\circ\text{C}$  ;  $K_e = 10^{-14}$ . $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ Un laborantin s'intéresse à une amine se présentant à la pression atmosphérique et au-dessus de  $16,6^\circ\text{C}$  sous forme d'un gaz incolore toxique et corrosif ayant une forte odeur ammoniacale pénétrante et désagréable. Elle est soluble dans l'eau et comme la majorité des amines, elle est une base faible.Le laborantin dissout dans 500 mL d'eau une masse  $m = 2,25 \text{ g}$  de l'amine dont la formule est :  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{NH}_2$  avec  $n$  un entier non nul. Il obtient ainsi une solution aqueuse d'amine de concentration molaire volumique  $C_b$ . Il en prélève un échantillon de volume  $V_b = 20 \text{ mL}$  qu'il dose en ajoutant progressivement une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le volume d'acide chlorhydrique versé est noté  $V_a$  et celui nécessaire pour atteindre l'équivalence est noté  $V_a^E$ .2.1. Ecrire la formule de l'acide conjugué de l'amine  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{NH}_2$  puis donner l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  du couple acide/base auquel appartient l'amine. (0,5 pt)2.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'amine  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{NH}_2$  et la solution d'acide chlorhydrique. (0,25 pt)2.3. Lors du dosage, le volume  $V_a$  d'acide versé par le laborantin ne permet pas d'atteindre l'équivalence :  $V_a < V_a^E$ .2.3.1. Etablir la relation liant à l'équivalence  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $V_a^E$  et  $V_b$ . (0,25 pt)2.3.2. En faisant les approximations nécessaires, exprimer  $K_a$  en fonction de  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $V_a$ ,  $V_b$ . En déduire la relation entre  $K_a$ ,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $V_a^E$  et  $V_a$ . (0,5 pt)2.3.3. On pose  $X = [\text{OH}^-]$ .  $V_a$  :Montrer, en utilisant le résultat de la question 2.3.2, que  $X$  peut se mettre sous la forme  $X = A \cdot V_a + B$ .On exprimera la constante  $A$  en fonction de  $K_a$ ,  $K_e$  et la constante  $B$  en fonction de  $K_a$ ,  $K_e$  et  $V_a^E$ . (0,5 pt)2.3.4. La figure 1 représente la courbe  $X = f(V_a)$ . En exploitant la courbe de la figure 1, déterminer les valeurs de  $V_a^E$  et de  $\text{p}K_a$ . (0,5 pt)2.3.5. Déterminer la valeur de  $C_b$ . Trouver la formule semi-développée de l'amine. (0,5 pt)

Figure 1

**EXERCICE 3 (04,25 points) Mouvement d'une goutte d'eau de pluie dans l'air**

**Données :** Masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$  ; rayon de la goutte  $r = 1,0 \text{ mm}$ .

**Constante de frottement**  $k = 6\pi\eta r$  ; **intensité du champ de pesanteur terrestre**  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

La pluie peut apparaître sous forme de gouttes d'eau provenant des nuages et tombant vers le sol.

On s'intéresse au mouvement de chute d'une goutte d'eau dans l'air. La goutte d'eau est assimilable à une sphère de rayon  $r$  et de masse  $m$ . On suppose que la goutte ne subit pas de déformation lors de sa chute.

On négligera dans tout l'exercice la poussée d'Archimède. Le repère d'étude est indiqué sur la figure 2.

**3.1. Etude du mouvement de la goutte d'eau sous l'action du vent sans frottement :**

Dans cette partie, on néglige toutes les forces de frottement.

A l'instant initial  $t=0$ , le centre d'inertie  $G$  de la goutte d'eau situé à 300 m au-dessus du sol, est animé d'une vitesse verticale de valeur  $v_0 = 9,3 \text{ m.s}^{-1}$ . Une rafale de vent très brève communique à la goutte d'eau une vitesse horizontale  $\vec{v}_H$  (figure 2).

**3.1.1.** Etablir les équations horaires des coordonnées  $x(t)$  et  $y(t)$  du centre d'inertie  $G$  de la goutte d'eau dans repère d'étude indiqué à la figure 2. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire puis préciser sa nature. **(01 pt)**

**3.1.2.** Déterminer la valeur  $v_H$  de la vitesse du vent pour que le centre d'inertie de la goutte d'eau atterrisse au sol au point  $M$  situé à 50 m du point  $A$  qui se trouve à la verticale passant par  $O$ . **(0,5 pt)**

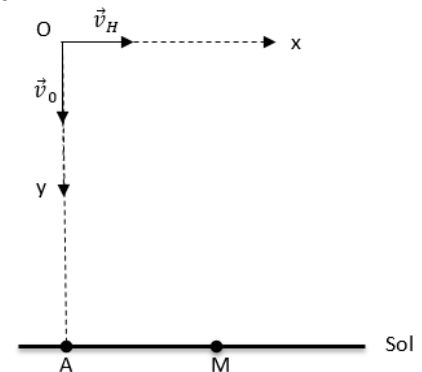


Figure 2

**3.2. Etude du mouvement de la goutte d'eau avec frottement sans action du vent.**

La goutte d'eau est maintenant en mouvement de chute verticale et l'action de l'air sur la goutte est modélisée par une force de frottement unique  $\vec{f} = -k\vec{v}$  où  $\vec{v}$  est le vecteur vitesse du centre d'inertie de la goutte à l'instant  $t$  et  $k$  la constante de frottement. On suppose qu'à l'instant initial  $t = 0$ , début du mouvement, la vitesse de la goutte est nulle.

**3.2.1.** Faire un schéma en  $y$  représenter les forces appliquées à la goutte d'eau pour  $t > 0$ . **(0,5 pt)**

**3.2.2.** Etablir l'équation différentielle relative à la vitesse  $v$  du centre d'inertie de la goutte. **(0,5 pt)**

**3.2.3.** Montrer que l'expression de la vitesse de la goutte peut se mettre à chaque instant sous la forme :  $v(t) = v_{\text{lim}}(1 - e^{-C.t})$  où  $C$  et  $v_{\text{lim}}$  sont des constantes à exprimer en fonction de  $\rho_{\text{eau}}$ ,  $r$ ,  $\eta$  et éventuellement de  $g$ . **(0,75 pt)**

**3.2.4.** A la date  $t = 55 \text{ s}$ , la vitesse de la goutte atteint 99% de sa valeur finale appelée vitesse limite ( $v_{\text{lim}}$ ).

**3.2.4.1.** Trouver la valeur de la constante  $C$  et préciser son unité. **(0,5 pt)**

**3.2.4.2.** En déduire la valeur de la viscosité  $\eta$  de l'air dans ces conditions. **(0,5 pt)**

**EXERCICE 4: (05 points) Etude des circuits RC, RL et RLC libre**

En électronique, les circuits RC, RL et RLC série sont très utilisés pour la transmission radio, les filtres de fréquence, les flashes en photo numérique...

Cet exercice a pour but d'étudier, la réponse d'un dipôle RL à une tension constante, le comportement d'un dipôle RC lors de la charge d'un condensateur et l'amortissement des oscillations dans un circuit RLC série.

**4.1 : Étude du dipôle RL**

On considère un circuit série comprenant :

- Un générateur de f.é.m.  $E = 10 \text{ V}$  et de résistance interne négligeable
- Un conducteur ohmique de résistance  $R_1 = 30 \Omega$
- Une bobine (b) d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r_0$ ,
- Un interrupteur  $K$

À l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$  et on suit, à l'aide d'un oscilloscope, l'évolution de la tension  $u_{R1}(t)$  aux bornes du conducteur ohmique en fonction du temps représentée à la figure 3.

La droite ( $\Delta$ ) représente la tangente à la courbe à  $t = 0$ .

**4.1.1.** Faire un schéma du circuit série cité en y indiquant les branchements de l'oscilloscope pour visualiser la tension  $u_{R1}$  (0,5 pt)

**4.1.2.** Montrer que l'équation différentielle relative à la tension  $u_{R1}$  peut se mettre sous la forme :

$$\alpha \frac{du_{R1}}{dt} + (R_1 + r_0)u_{R1} = \beta \quad \text{avec } \alpha \text{ et } \beta \text{ des constantes dont on donnera les expressions.} \quad (0,75 \text{ pt})$$

**4.1.3.** Trouver l'expression de la tension  $u_{R1max}$  aux bornes du conducteur ohmique, en régime permanent, en fonction des paramètres du circuit : E,  $R_1$  et  $r_0$ . (0,25 pt)

**4.1.4.** En exploitant le graphe de la figure 3, déterminer la valeur de la résistance  $r_0$  et la valeur de l'inductance L de la bobine (0,5 pt)

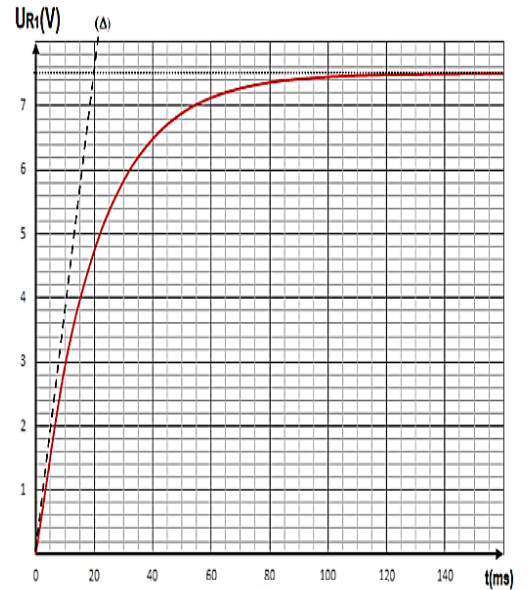


Figure 3

**4.2. Étude des dipôles RC et RLC**

On réalise le montage expérimental, représenté à la figure 4, comportant :

- Un générateur de courant continu ;
- Un milliampèremètre ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance  $R_2$  et  $R_3 = 6 \Omega$  ;
- Un condensateur de capacité C, non chargé initialement ;
- Une bobine (b) d'inductance  $L = 0,8 \text{ H}$  et de résistance interne  $r_0$  ;
- Deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$

**A- Étude du dipôle RC**

A l'instant  $t=0$ , on ferme l'interrupteur  $K_1$  et  $K_2$  étant ouvert. L'intensité du courant indiquée par le microampèremètre est  $i_0 = 4,0 \text{ mA}$ .

Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la variation de la tension  $u_{AB}(t)$  en fonction du temps (fig 5)

**4.2.1.** En appliquant la loi d'additivité des tensions, exprimer la tension  $u_{AB}(t)$  aux bornes du générateur de courant continu en fonction de  $i_0$ ,  $R_2$ , C et t. (0,5 pt)

**4.2.2.** En exploitant la courbe de la figure 5, déterminer la valeur de la résistance  $R_2$  et celle de la capacité C du condensateur. (0,5 pt)

**5. Étude du circuit RLC série**

Lorsque la tension entre les bornes du condensateur prend la valeur  $u_c = 10 \text{ V}$ , on ouvre l'interrupteur  $K_1$  et on ferme l'interrupteur  $K_2$  à un instant pris comme nouvelle origine

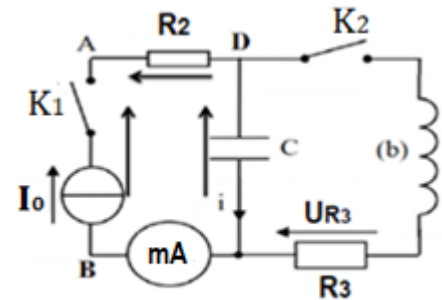


Figure 4



Figure 5

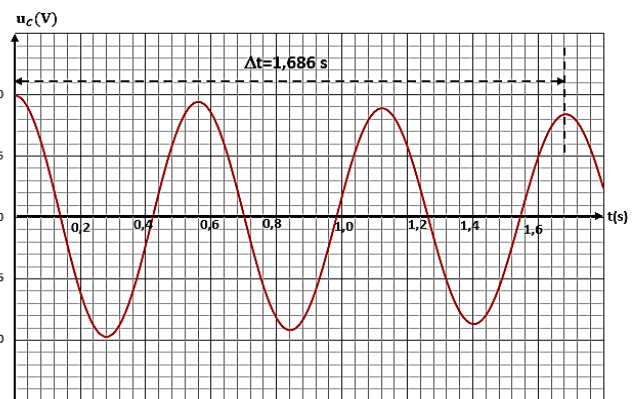


Figure 6

des dates ( $t=0$ ). A l'aide d'un oscilloscope, on visualise l'évolution de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur en fonction du temps (figure 6).

**5.2.1.** Préciser le régime des oscillations amorties qui correspond à la courbe de la figure 6. **(0,25 pt)**

**5.2.2.** Déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine en considérant que la valeur de la pseudo-période  $T$  est sensiblement égale à celle de la période propre. **(0,5 pt)**

**5.2.3.** Établir l'équation différentielle relative à la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur. **(0,5 pt)**

**5.2.4.** Montrer que l'énergie totale du circuit  $E_T$  diminue au cours du temps selon la relation  $\frac{dE_T}{dt} = -(R_3 + r_0)i^2$ . **(0,25 pt)**

**5.2.5.** Trouver l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants  $t=0$  et  $t_1=3T$ . **(0,5 pt)**

**EXERCICE 5 : (4,75 points) L'atome de Rutherford et de Bohr**

Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ; Célérité de la lumière dans le vide  $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Masse de l'électron  $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ , la charge élémentaire positive  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

On se propose d'étudier le modèle de l'atome d'hydrogène proposé par Niels Bohr en 1913. Ce modèle est une continuité du modèle planétaire proposé par Ernest Rutherford, avec un nouveau concept, à savoir la quantification des niveaux d'énergie.

**5.1. Modèle de RUTHERFORD**

Rutherford a décrit l'atome d'hydrogène par un modèle planétaire : l'électron de masse  $m$  a un mouvement circulaire uniforme, de rayon  $r$ , autour du noyau constitué d'un proton. L'expression de sa vitesse sur cette orbite circulaire est :

$$v = \left( \sqrt{\frac{K}{mr}} \right) e$$

$K$  est une constante positive :  $K = 8,988 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$

**5.1.1.** Exprimer l'énergie cinétique de l'électron en fonction de  $K$ ,  $e$ , et  $r$ . **(0,25 pt)**

**5.1.2.** L'énergie potentielle du système {proton, électron} est :  $E_p = -K \frac{e^2}{r}$ . Etablir l'expression de l'énergie mécanique  $E$  en fonction de  $K$ ,  $e$  et  $r$ . **(0,25 pt)**

**5.2. Modèle de BOHR**

Différents faits expérimentaux, ont conduit Niels Bohr à formuler l'hypothèse selon laquelle l'électron ne peut se déplacer que sur certains niveaux. Les rayons des orbites sont tels que :  $r \cdot v = n \frac{K'}{m}$

$v$  est la vitesse de l'électron sur son orbite circulaire

$n$  est un nombre entier non nul représentant le rang du niveau.

$K'$  une constante :  $K'=1,054 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

**5.2.1.** Montrer que l'énergie mécanique totale lorsque l'électron est au niveau  $n$ , peut s'écrire sous la forme :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

On donnera l'expression de  $E_0$  en fonction de  $K$ ,  $K'$ ,  $m$  et  $e$ . Calculer  $E_0$  en électronvolts (eV). **(01,25 pt)**

**5.2.2.** Déterminer la longueur d'onde minimale d'un photon capable d'ioniser l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental **(0,5 pt)**

**5.3.** On considère le passage de l'électron d'un niveau d'énergie  $n$  à un autre niveau  $p$  avec  $n > p$ .

**5.3.1.** S'agit-il d'une émission ou d'une absorption d'un photon ? Justifier. Représenter cette transition. **(0,5 pt)**

**5.3.2.** Montrer que la longueur d'onde  $\lambda$ , de la radiation correspondant à cette transition peut se mettre sous la forme :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right); \lambda_0 \text{ est une constante que l'on exprimera en fonction } E_0, h \text{ et } C. \text{ Calculer sa valeur. } \mathbf{(01 \text{ pt})}$$

**5.3.3** Dans la série de Balmer (le retour du niveau  $n$  au niveau  $p=2$ ), le spectre de l'atome d'hydrogène révèle la présence de quatre raies visibles correspondant aux longueurs d'ondes suivantes :  $\lambda_1 = 657 \text{ nm}$  ;  $\lambda_2 = 486 \text{ nm}$  ;  $\lambda_3 = 434 \text{ nm}$  et  $\lambda_4 = 410 \text{ nm}$ . Exprimer  $n$  en fonction de  $\lambda$  et  $\lambda_0$ . puis Calculer  $n$  pour  $\lambda = \lambda_2$ . **(0,75 pt)**

**5.3.2.** L'atome d'hydrogène dans son état fondamental reçoit un photon d'énergie  $W = 20 \text{ eV}$ . Calculer la vitesse maximale d'éjection de l'électron. **(0,5 pt)**

**FIN DU SUJET**