



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<sup>nd</sup> Semestre 2023

TS1

Durée : 04 heures

**Exercice 1 : (03 points)**

**1.1.** On dispose d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de concentration molaire  $C_A = 1,26 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $V$ . La mesure du pH de la solution donne la valeur  $\text{pH} = 2,9$ .

**1.1.1.** Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau. **(0,25 pt)**

**1.1.2.** Après avoir donné l'expression de la constante d'acidité couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$ , établir l'expression du pH de la solution en fonction du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$  et de la concentration des deux espèces chimiques  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  et  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$  en solution. **(0,5pt)**

**1.1.3.** Montrer que le pH de la solution d'acide propanoïque peut s'exprimer sous la forme :

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right) \text{ où } \alpha \text{ est le coefficient d'ionisation de l'acide.} \quad \textbf{(0,5pt)}$$

**1.2.** On prend un volume  $V_a$  d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de concentration  $C_A$  auquel on ajoute progressivement une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$  de concentration  $C_B$ . On suit les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume  $V_B$  ajouté de la solution ( $S_B$ ). À partir des mesures obtenues, on a tracé la courbe de la **figure 1** ci-contre représentant les variations du pH du mélange réactionnel en fonction de  $\log\left(\frac{V_B}{V_{BE}-V_B}\right)$  avec  $V_B < V_{BE}$  où  $V_{BE}$  est le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence.

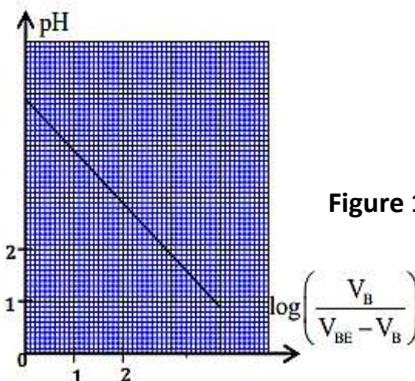


Figure 1

**1.2.1.** Ecrire l'équation modélisant la réaction de dosage. **(0,25 pt)**

**1.2.2.** Trouver, pour un volume  $V_B$  ajouté de la solution ( $S_B$ ), l'expression  $\frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}]}$  en fonction  $V_B$  et  $V_{BE}$ . **(0,5 pt)**

**1.2.3.** Retrouver la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$ . **(0,25 pt)**

**1.3.** On désire réaliser une solution tampon de  $\text{pH} = 4,5$  et de volume  $V = 266 \text{ mL}$  à partir de l'acide considéré et d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**1.3.1.** Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon. **(0,25 pt)**

**1.3.2.** Déterminer les volumes  $V_A$  et  $V_B$  d'acide et de base à utiliser pour réaliser une telle solution. **(0,5 pt)**

**Exercice 2 : (03 points)**

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

Les constantes d'acidité de la valine :  $\text{pK}_{a1} = 2,3$  et  $\text{pK}_{a2} = 9,6$

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.

**2.1.** On s'intéresse à la **valine** dont la formule semi-développée est représentée à la **figure 2**

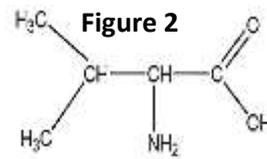


Figure 2

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

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

**2.1.3.** La molécule de valine est-elle chirale ? Justifier. **(0,25 pt)**

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

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

**2.1.6.** Après avoir attribué à chacun des couples le  $\text{pK}_A$  qui lui correspond, justification à l'appui, indiquer sur une échelle des pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée. **(0,25 pt)**

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

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

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

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

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

**2.3.2.** Le rendement de la réaction de cette décarboxylation est  $r = 70\%$ . Trouver la masse du produit organique obtenu. **(0,25 pt)**

**Exercice 3 :** **(04 points)**

**Données :**

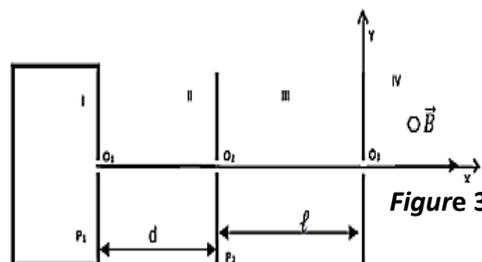
**Masse des ions :**  $^{12}\text{CO}_2^+ : m_1 = 7,31 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  et de  $^{13}\text{CO}_2^+ : m_2 = 7,47 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

**Charge élémentaire :**  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $N_{01} = 2307$  et  $N_{02} = 25$

Une forme de dopage chez les sportifs consiste à utiliser des stéroïdes anabolisants, comme la testostérone, difficiles à mettre en évidence du fait de leur présence naturelle dans l'organisme.

En 1996, une étude a montré que les rapports de concentrations entre le carbone 12 et le carbone 13 sont différents selon que la molécule soit de synthèse ou d'origine naturelle. Pour mesurer ces taux, on procède à l'extraction de l'hormone à partir d'un prélèvement d'urine. Le dioxyde de carbone provenant de la combustion du stéroïde est envoyé dans un spectrographe de masse constitué de quatre zones (**figure 3**) :

- Dans la zone I, les molécules de  $\text{CO}_2$  sont ionisées par bombardement électronique pour donner des ions  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$  de charge  $+e$  ( $e$  étant la charge élémentaire).
- Dans la zone II, de longueur  $d$ , entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  planes et parallèles, on applique une tension accélératrice  $U = 4 \text{ kV}$ .
- Dans la zone III de longueur  $\ell$ , aucune force ne s'exerce sur les ions.
- Enfin dans la zone IV, les ions sont soumis à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  de norme  $B = 0,25 \text{ T}$ .



On observe une déviation de la trajectoire des deux ions. Un comptage des deux ions est effectué à la sortie du dispositif. On négligera l'action de la pesanteur. Soit un ion  $X^+$  de masse  $m$ , pénétrant dans la zone II, en  $O_1$ , suivant l'axe  $O_1X$ , avec une vitesse supposée nulle à l'instant  $t = 0s$ .

**3.1.** Montrer que les deux ions arrivent en  $O_2$  avec la même énergie cinétique. **(0,25 pt)**

**3.2.** Etablir l'expression de la vitesse  $v$  d'arrivée d'un ion  $X^+$  au point  $O_2$  en fonction de  $e$ ,  $m$  et  $U$ . Calculer la vitesse de chaque ion  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$ . **(0,75 pt)**

**3.3.** Etablir l'équation horaire du mouvement d'un ion dans la zone II. **(0,5 pt)**

**3.4.** Quelle est la nature du mouvement d'un ion dans la zone III. Justifier. **(0,5 pt)**

**3.5.** Dans la zone IV, la déviation de l'ion  $X^+$  se fait du côté positif de l'axe  $O_3Y$ . En déduire le sens du champ magnétique  $\vec{B}$ . **(0,25 pt)**

**3.6.** Montrer que le mouvement des ions dans la zone IV est circulaire et uniforme. **(0,75 pt)**

**3.7.** Calculer la valeur du rayon de la trajectoire de chaque ion. En déduire la distance qui sépare les points d'impacts des deux ions sur l'axe  $O_3Y$ . **(0,5 pt)**

**3.8.** Pour chaque échantillon analysé, on établit un coefficient  $\delta$  défini par :  $\delta = \frac{(r-r_0) \times 100}{r_0}$  où  $r = \frac{N_1}{N_2}$  est le rapport standard et  $r_0 = \frac{N_{01}}{N_{02}}$   $N_1$  et  $N_2$  étant le nombre d'impacts respectifs de  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$ . Un sportif est testé « positif » si le coefficient  $\delta$  est inférieur à  $-27$ .

Les résultats des tests d'un sportif ont donné :  $N_1 = 2320$  et  $N_2 = 26$ . Le sportif, est-il testé positif ou négatif ? **(0,5 pt)**

**Exercice 4 :** **(05,5 points)**

L'objectif de cet exercice est de suivre l'évolution de l'intensité du courant électrique au cours de la charge d'un condensateur et au cours de sa décharge à travers une bobine.

Pour l'étude de la charge et la décharge d'un condensateur de capacité  $C$ , on réalise le montage représenté dans la figure 4.

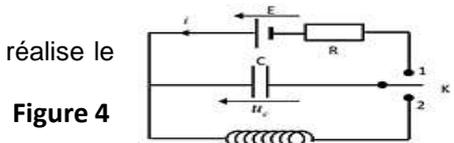
**4.1. Etude de la charge du condensateur**

Initialement le condensateur est non chargé. A un instant considéré comme origine du temps  $t = 0$ , on bascule l'interrupteur  $K$  à la **position 1**, le condensateur se charge alors à travers un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  à l'aide d'un générateur électrique parfait de force électromotrice  $E = 6 \text{ V}$ .

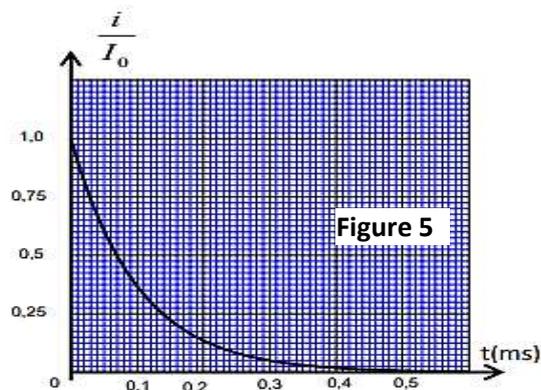
**4.1.1.** Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant  $i$  en respectant l'orientation indiquée dans la figure 4. **(0,5 pt)**

**4.1.2.** La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante :  $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$ . Trouver l'expression de  $A$  et celle de  $\tau$  en fonction des paramètres du circuit. **(0,5 pt)**

**4.1.3.** En déduire l'expression de la tension  $u_c$  en fonction du temps  $t$ . **(0,25 pt)**



**4.1.4.** Un système informatique permet de tracer la courbe qui représente les variations  $\frac{i}{I_0}$  en fonction du temps  $t$  (figure 5) ;  $I_0$  est l'intensité du courant à l'instant  $t = 0$ . Déterminer la constante de temps  $\tau$  et en déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. **(0,5 pt)**



**(0,5 pt)**

**4.1.5.** Soient  $E_e$  l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé et  $E_e(\tau)$  l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant  $t = \tau$ .

Montrer que le rapport  $\frac{E_e(\tau)}{E_e}$  s'écrit sous la forme :

$\frac{E_e(\tau)}{E_e} = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2$  ; calculer sa valeur, ( $e$  est la base du logarithme népérien).

**4.2. Etude de la décharge du condensateur dans une bobine**

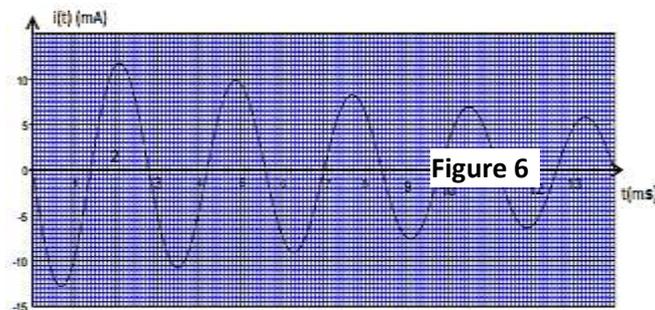
A un instant que l'on considère comme nouvelle origine des temps, on bascule l'interrupteur à la position 2 pour décharger le condensateur dans une bobine de coefficient d'inductance  $L = 0,2 \text{ H}$  et de résistance  $r_b$ .

**4.2.1.** On considère la résistance de la bobine négligeable et on conserve la même orientation précédente du circuit. **(0,25 pt)**

**4.2.1.1.** Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant  $i(t)$ . **(0,25 pt)**

**4.2.1.2.** La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante :  $i(t) = I_m \cos(2\pi N_0 t + \varphi)$  ; déterminer la valeur de  $I_m$  et celle de  $\varphi$ . **(0,5 pt)**

**4.2.2.** A l'aide du système informatique précédent, on visualise l'évolution de l'intensité  $i(t)$  dans le circuit en fonction du temps  $t$ , on obtient l'oscillogramme représenté dans la figure 6. On désigne par  $E_0$ , l'énergie de l'oscillateur à l'instant  $t = 0$  et par  $T$  la pseudo-période des oscillations. Calculer l'énergie  $E'$  de l'oscillateur à l'instant  $t' = \frac{7}{4} T$ , en déduire la variation  $\Delta E = E' - E_0$ . Donner une explication à cette variation. **(0,5 pt)**



**4.3.** On admet que l'énergie totale de l'oscillateur diminue au cours de chaque pseudo-période de  $p = 27,5 \%$ .

**4.3.1.** Montrer que l'expression de l'énergie totale de l'oscillateur peut s'écrire à l'instant  $t = nT$  sous la forme :

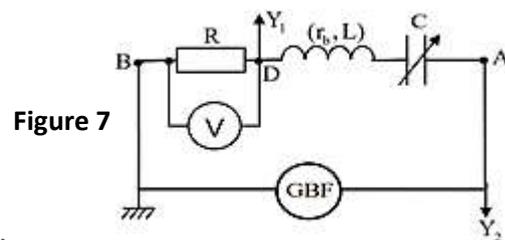
$E_n = E_0(1 - p)^n$ , avec  $n$  entier naturel. **(0,5 pt)**

**4.3.2.** Calculer  $n$  lorsque l'énergie totale de l'oscillateur diminue de **96 %** de sa valeur initiale  $E_0$ . **(0,5 pt)**

**4.4. Etude des oscillations électriques forcées dans un circuit RLC série**

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 7 qui comporte :

- Un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale  $u_{AB}(t) = U_m \cos(2.\pi.N.t)$ .
- Un conducteur ohmique de résistance  $R = 20 \Omega$  ;
- Un condensateur de capacité  $C$  réglable ;
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r_b = 8,3 \Omega$  ;
- Un voltmètre.



**4.4.1.** On fixe la capacité du condensateur sur la valeur  $C_1$  et on visualise, à l'aide d'un oscilloscope, la tension  $u_R(t)$  entre les bornes du conducteur ohmique sur la voie  $Y_1$  et la tension  $u_{AB}(t)$  sur la voie  $Y_2$ . On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 8.

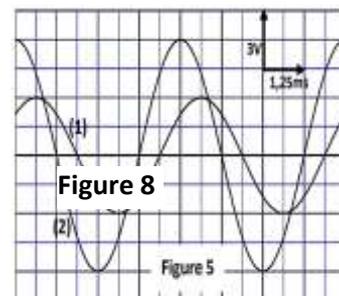
**4.4.1.1.** Identifier, parmi les courbes (1) et (2), celle représentant  $u_R(t)$ . **(0,25 pt)**

**4.4.1.2.** Déterminer la valeur de l'impédance  $Z$  du circuit. **(0,5 pt)**

**4.4.2.** On fixe la capacité  $C$  du condensateur sur la valeur  $C_2 = 10 \mu\text{F}$ , tout en gardant les mêmes valeurs de  $U_m$  et de  $N$ . Le voltmètre indique alors la valeur  $U_{DB} = 3 \text{ V}$ .

**4.4.2.1.** Montrer que le circuit est dans un état de résonance électrique. **(0,25 pt)**

**4.4.2.2.** Déterminer la valeur de  $L$ . **(0,25 pt)**



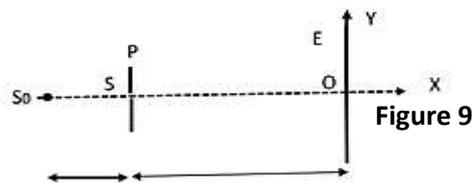
**(0,25 pt)**

**Exercice 5 :**

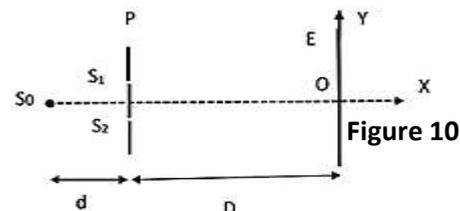
**(04,5 points)**

Les caractères ondulatoire et corpusculaire de la lumière ont permis d'interpréter plusieurs phénomènes optiques. L'existence de certaines couleurs peut s'expliquer, entre autres, par la superposition de couleurs primaires.

**5.1.** Une source lumineuse monochromatique  $S_0$  émet une radiation de longueur d'onde  $\lambda$ . Elle est placée à une distance  $d$  d'un plan opaque ( $P$ ) percé d'un trou circulaire  $S$  de diamètre  $a < \lambda$ . Les rayons lumineux arrivent perpendiculairement au plan ( $P$ ) en traversant le trou. Un écran ( $E$ ) est placé parallèlement au plan ( $P$ ), à une distance  $D = 2 \text{ m}$  (figure 9). Quel phénomène physique se produit lorsque le faisceau de lumière traverse le trou circulaire ? Justifier votre réponse. **(0,25 pt)**



**5.2.** On reprend le dispositif décrit précédemment, le plan ( $P$ ) est percé maintenant de deux trous fins ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ). La source  $S_0$  est placée à égale distance des trous et à une distance  $d$  du plan opaque ( $P$ ). Les distances  $d$  et  $D$  sont maintenues (figure 10). La radiation monochromatique utilisée a une fréquence  $\nu = 5,77 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .



**5.2.1.** Quelle est la couleur de la lumière utilisée ? (le spectre de la lumière blanche figure dans les données fournies à la fin de l'exercice) ; célérité de la lumière dans le vide :  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  **(0,5 pt)**

**5.2.2.** Qu'observe-t-on sur l'écran ( $E$ ) ? **(0,25 pt)**

**5.2.3.** Comment appelle-t-on ce phénomène ? Quel caractère de la lumière est ainsi mis en évidence ? **(0,5 pt)**

**5.2.4.** Le milieu de la cinquième (5<sup>ème</sup>) frange brillante est situé à une ordonnée  $y = 2,6 \text{ mm}$  (l'origine  $O$  est le point de rencontre entre l'axe de symétrie ( $S_0x$ ) et l'écran ( $E$ )). L'ordre de la frange centrale est zéro.

**5.2.4.1.** Déterminer la distance  $b$  séparant les deux sources secondaires ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ). **(0,5 pt)**

**5.2.4.2.** Définir puis calculer l'interfrange  $i$ . **(0,5 pt)**

**5.2.4.3.** Quelle est la nature de la frange située à  $y = 1,3 \text{ mm}$  et celle située à  $y = 2,08 \text{ mm}$  ? Justifier votre réponse. **(0,5 pt)**

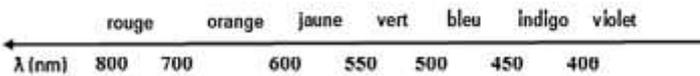
**5.3.** On remplace la source  $S_0$  par une lampe spectrale émettant deux radiations  $\lambda_1 = 750 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 480 \text{ nm}$ .

**5.3.1.** Quelle est la couleur de la frange observée sur l'écran à  $y = 0$  ? Justifier. **(0,5 pt)**

**5.3.2.** A quelle distance minimale  $h$  de l'origine  $O$  sur l'écran va-t-on observer à nouveau l'aspect décrit à la question 5.3.1.? **(01 pt)**

**Données :**

- Spectre de la lumière blanche :



- Résultats de la superposition de quelques couleurs :

Rouge + bleu = magenta ; bleu + vert = cyan ; rouge + vert = Jaune

**FIN DU SUJET**