



**EVALUATIONS A EPREUVES STANDARDISEES DU SECOND SEMESTRE 2022**  
**EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES. DUREE : 04 HEURES. NIVEAU : TS2.**

**EXERCICE 1 (04 points)**

L'acide ascorbique, de formule brute  $C_6H_8O_6$ , est trouvé en pharmacie sous forme de comprimés de « vitamine C500 ». On dissout un comprimé de vitamine C dans 100mL d'eau, pour préparer ainsi une solution aqueuse (S) de concentration molaire  $C_a$ . On prélève un volume  $V_a = 10\text{mL}$  de la solution (S) que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Pour se faire, on ajoute progressivement la solution d'hydroxyde de sodium et on note le pH du mélange après chaque ajout d'un volume  $V_B$  de la solution basique. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau suivant :

$V_B(\text{mL})$	0	1	2	4	6	8	10	12	13	14	14,5	15	16	18
pH	2,9	3,3	3,8	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,7	8,0	11,0	11,2	11,5

**1.1.** Tracer sur un papier millimétré la courbe de variation du pH en fonction de  $V_B$ . **(0,5pt)**

**Echelle : abscisses : 1cm pour 1mL ; ordonnées : 1cm pour 1 unité de pH**

**1.1.1.** Déterminer les coordonnées du point d'équivalence. **(0,5pt)**

**1.1.2.** Quel est le caractère acido-basique du mélange à l'équivalence ? Justifier. **(0,25pt)**

**1.1.3.** Calculer la concentration molaire  $C_a$  de la solution (S). **(0,25pt)**

**1.1.4.** En déduire la masse  $m$ , en mg, d'acide ascorbique contenu dans un comprimé puis expliquer l'indication du fabricant « vitamine C500 ». **(0,25pt) + (0,25pt)**

**On donne la masse molaire de l'acide ascorbique  $M = 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .**

**1.1.5.** Déterminer graphiquement la valeur du  $pK_a$  du couple (acide/base) associé à l'acide ascorbique. **(0,25 pt)**

**1.2.** Ecrire l'équation la réaction chimique qui se produit au cours du dosage de la solution de l'acide ascorbique par la solution d'hydroxyde de sodium. **(0,25pt)**

**1.3.** Calculer la constante de réaction  $K_r$  de cette réaction. Conclure.  $pK_a(\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-) = 14$ . **(0,25pt) + (0,25pt)**

**1.4.** Comment appelle-t-on la solution obtenue pour  $\text{pH} = pK_a$  ? Quelles sont ses propriétés ? **(0,25pt) + (0,25pt)**

**1.5.** On désire préparer un volume  $V = 150 \text{ mL}$  d'une telle solution en mélangeant un volume  $V_a$  de la solution d'acide ascorbique précédente avec un volume  $V_b$  d'une solution d'ascorbate de sodium ( $C_6H_7O_6^-; Na^+$ ) de concentration molaire  $C_b = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Calculer  $V_a$  et  $V_b$ . **(0,5pt)**

**EXERCICE 2 (04 points)**

*Plus on est âgé, moins les protéines sont assimilées et moins bien utilisées par le corps.*

*En ajoutant de la leucine à l'alimentation et aux protéines, le corps retrouve sa capacité d'assimilation et d'utilisation des protéines. On peut trouver la leucine en quantité notable dans les arachides, le riz, le thon, le filet de bœuf...*

Dans ce qui suit, on se propose d'étudier la structure de la leucine et quelques-unes de ses propriétés.

**2.1.** La leucine est un acide  $\alpha$  - aminé de formule semi-développée :  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$

**2.1.1.** Donner le nom de la leucine dans la nomenclature officielle.

La molécule de leucine est-elle chirale ? Justifier la réponse. (0,75pt)

**2.1.2.** La D-leucine présente des propriétés antalgiques utilisées en médecine dans le traitement de la douleur. La L-leucine a une saveur sucrée et elle est utilisée comme additif alimentaire. Ecrire les représentations de Fischer de la L-leucine et de la D-Leucine. (0,5pt)

**2.2.** Dans la solution aqueuse de la leucine il existe, entre autres espèces chimiques, un ion dipolaire appelé amphion ou zwitterion.

**2.2.1.** Ecrire la formule semi-développée de cet amphion. (0,25pt)

**2.2.2.** Montrer que dans l'eau l'amphion a des propriétés ampholytes. (0,5 point)

**2.2.3.** L'amphion intervient dans deux couples acide/base. Ecrire ces couples acide/base. (0,5pt)

**2.2.4.** Attribuer à chacun des couples acide/base le pKa qui lui correspond.

On donne :  $\text{pKa}_1 = 2,4$  et  $\text{pKa}_2 = 9,6$ . (0,25 pt)

**2.2.4.** Indiquer sur une échelle de pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée. (0,25pt)

**2.3.** On fait réagir la leucine avec un acide  $\alpha$ -aminé A de formule  $\text{R-CH(NH}_2\text{)-COOH}$  où R est un radical alkyle. On obtient un dipeptide de masse molaire  $202 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**2.3.1.** Déterminer la formule semi-développée de l'acide  $\alpha$ -aminé A puis le nommer. (0,5pt)

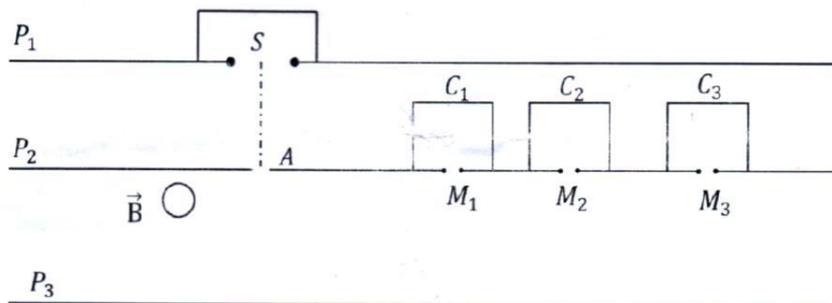
**2.3.2.** Ecrire les formules semi-développées des dipeptides que l'on peut obtenir en faisant réagir une molécule de leucine et une molécule de l'acide  $\alpha$ -aminé A. (0,5pt)

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

### EXERCICE 3 (04 points)

*Dans tout l'exercice, on suppose que le poids d'un ion est négligeable devant les autres forces.*

Des ions magnésium  $^{24}\text{Mg}^{2+}$ ,  $^{x}\text{Mg}^{2+}$  et  $^{y}\text{Mg}^{2+}$  de masses respectives  $m_1$ ,  $m_2$  et  $m_3$  sont produits dans une chambre d'ionisation S avec une vitesse négligeable. Ils pénètrent ensuite entre deux plaques  $P_1$  et  $P_2$  où règne un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}_0$ . Les ions sont alors accélérés par une tension  $U_0 = V_{P_1} - V_{P_2}$  jusqu'au point A situé à l'entrée d'une chambre de séparation où ils sont soumis à un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme qui est perpendiculaire au vecteur vitesse des ions à la sortie du champ électrostatique  $\vec{E}_0$ . Ces ions sont recueillis dans les collecteurs  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  (voir figure ci-dessus).



**3.1. Étude du mouvement des ions dans le champ électrostatique  $\vec{E}_0$ .**

**3.1.1.** Reprendre le schéma sans les collecteurs ( $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$ ) puis représenter, justification à l'appui, la force électrostatique  $\vec{F}_0$  qui s'applique sur un ion  $\text{Mg}^{2+}$  entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ . (0,25pt)

**3.1.2.** Déterminer le signe de la tension  $U_0$ . (0,25pt)

**3.1.3.** Montrer que les trois types d'ions formés ont la même énergie cinétique au point A. (0,25pt)

**3.1.4.** Déterminer la vitesse  $V_1$  acquise au point A par l'ion  $^{24}\text{Mg}^{2+}$  en appliquant le théorème de l'énergie cinétique. (0,25pt)

**Données :**  $|U_0| = 2.10^2 \text{ V}$  ;  $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$  ;  $1u = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$  ;  $m_1 = 24u$  ;  $m_2 = xu$  et  $m_3 = yu$ .

**3.2. Étude du mouvement des ions dans le champ magnétique  $\vec{B}$ .**

**3.2.1.** Indiquer sur le même schéma de la **question 3.1.1** le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  pour que les ions atteignent les collecteurs. (0,25pt)

**3.2.2.** Montrer que le mouvement d'un ion est uniforme et circulaire. (0,25pt)

### 3.3. Identification des isotopes

**3.3.1.** On désignera par  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  les rayons respectifs des trajectoires des ions  $^{24}\text{Mg}^{2+}$ ,  $^x\text{Mg}^{2+}$  et  $^y\text{Mg}^{2+}$  et  $AM_1$ ,  $AM_2$  et  $AM_3$  les diamètres correspondants. Exprimer le rayon  $R_1$ , en fonction de  $B$ ,  $e$ ,  $u$  et  $U_0$ . **(0,25pt)**

**3.3.2.** En déduire les expressions de  $R_2$  et  $R_3$  en fonction de  $R_1$ , et  $x$  ou  $y$ . **(0,5pt)**

**3.3.3.** Calculer  $R_1$ . Donnée :  $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ . **(0,25pt)**

**3.3.4.** Déterminer  $x$  et  $y$ . **(0,5pt)**

Données :  $d = M_1M_2 = 7,3\text{mm}$  et  $d' = M_1M_3 = 14,4\text{mm}$ .

### 3.4. Séparation d'un isotope par le filtre de Wien.

Dans la chambre où existe le champ magnétique  $\vec{B}$  on place un autre champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$  de sorte que la trajectoire des ions de masse  $m_1$  soit rectiligne.

**3.4.1.** Représenter le vecteur champ  $\vec{E}$  sur le schéma de la **question 3.1.1.** **(0,25pt)**

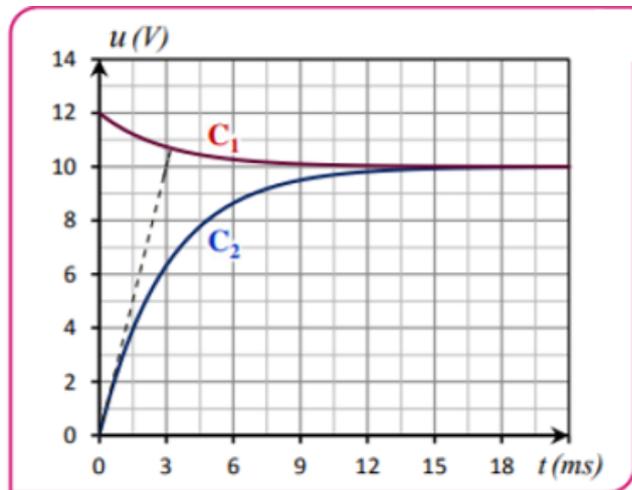
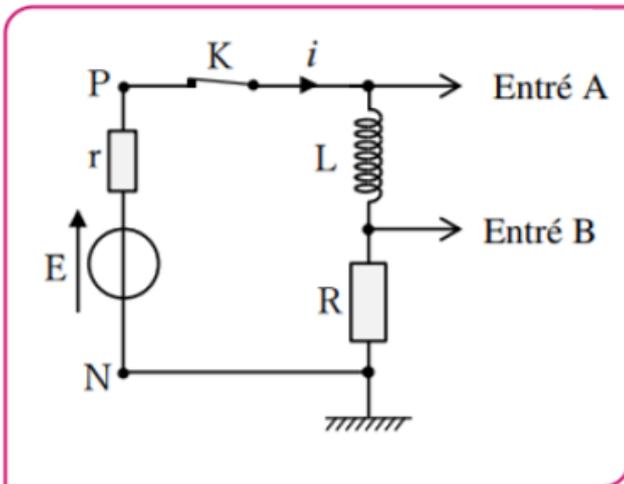
**3.4.2.** Calculer sa valeur  $E$ . **(0,25pt)**

**3.4.3.** Les valeurs des forces magnétiques agissant sur les ions de masses  $m_1$ ,  $m_2$  et  $m_3$  sont respectivement  $\vec{f}_1$ ,  $\vec{f}_2$  et  $\vec{f}_3$  avec  $f_1 > f_2 > f_3$ . Placer qualitativement sur la plaque  $P_3$  du même schéma, les points impacts  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$ , des ions. **(0,5pt)**

## EXERCICE 4 (04 points)

On réalise le circuit électrique schématisé sur la **figure 1**, qui comporte :

- Un générateur de force électromotrice  $E = 12\text{V}$  ;
- Une bobine pure d'inductance  $L$  ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance  $R = 40\Omega$  et  $r$  ;
- Un interrupteur  $K$ .



**4.1.** Identifier la courbe qui représente la tension  $U_R(t)$  et celle qui représente  $U_{PN}(t)$ . **(0,5pt)**

**4.2.** Déterminer la valeur de l'intensité du courant électrique  $I_P$  en régime permanent. **(0,5pt)**

**4.3.** Vérifier que la valeur de la résistance  $r$  du conducteur ohmique est  $r = 8\Omega$ . **(0,5pt)**

**4.4.** Etablir l'équation différentielle régissant l'établissement du courant  $i(t)$  dans le circuit. **(0,5pt)**

**4.5.** Vérifier que l'expression de la solution de l'équation différentielle peut se mettre sous la forme  $i(t) = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  où  $A$  et  $\tau$  sont des constantes à exprimer en fonction des paramètres du circuit. **(0,5pt)**

**4.6.** Déterminer la valeur de la constante du temps  $\tau$ . **(0,5pt)**

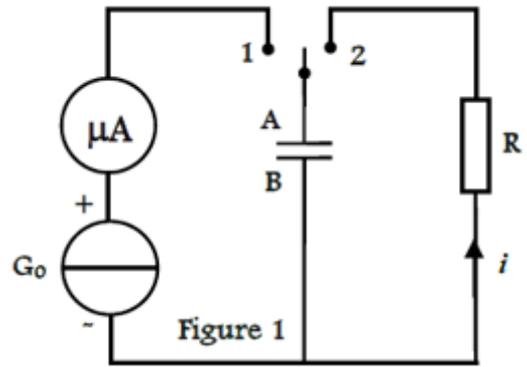
**4.7.** En déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine. **(0,5pt)**

**4.8.** Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine à l'instant  $t = \frac{\tau}{2}$ . **(0,5pt)**

**EXERCICE 5 (04 points)**

On étudie le comportement d'un condensateur de capacité C dans un circuit série. Pour cela, on réalise le montage schématisé ci-contre où :

- $G_0$  est un générateur idéal de courant,
- K est un interrupteur qui permet de charger le condensateur (K en position 1) ou de le décharger (K en position 2) à travers le conducteur ohmique de résistance  $R = 10K\Omega$ .



Un dispositif (non représenté) relève à intervalles de temps réguliers, la tension  $U_{AB} = U_C$  aux bornes du condensateur.

**4.1.** A la date  $t = 0$ , le condensateur étant initialement déchargé, on place l'interrupteur K en position 1 le microampèremètre indique une valeur constante  $I_0 = 10\mu A$ . On a représenté ci-après (**graphe 1**) la courbe donnant les variations de la tension  $U_C$  en fonction du temps t.

**4.1.1.** Etablir la relation qui lie  $U_C$ , C,  $I_0$  et t. **(0,5pt)**

**4.1.2.** A l'aide du graphe 1, déterminer la capacité C du condensateur. **(0,5pt)**

**4.2.** Lorsque la tension aux bornes du condensateur est égale à  $U_0 = 6V$ , on bascule K en position 2 à l'instant  $t = 0$ .

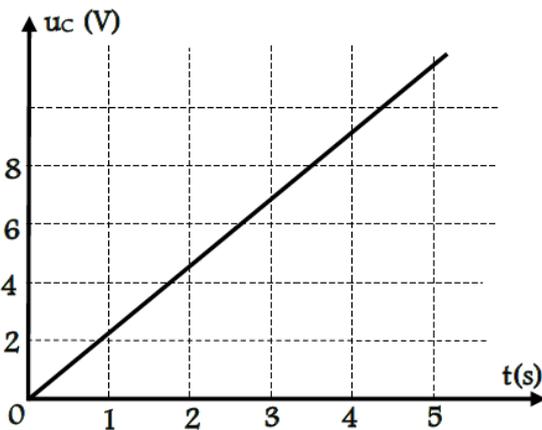
**4.2.1.** Etablir l'équation différentielle relative à la tension  $U_C$  aux bornes du condensateur à une date t. **(0,5pt)**

**4.2.2.** Vérifier que  $U_C(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$  est solution de cette équation différentielle. **(0,5pt)**

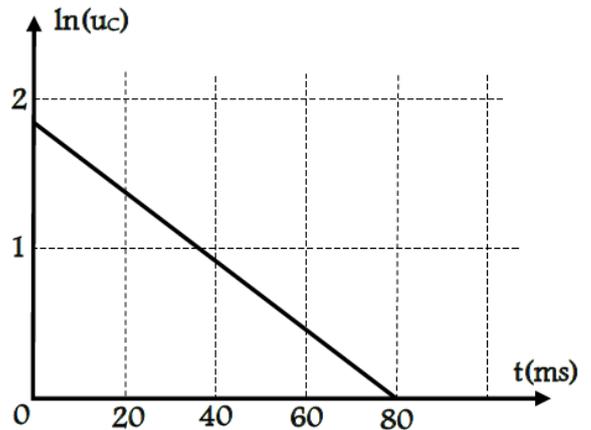
**4.2.3.** Montrer que l'expression de l'intensité du courant électrique s'écrit :  $i(t) = -\frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$  **(0,5pt)**

**4.2.3.** Calculer la valeur de  $U_C$  à  $t = 5\tau$ . Quelle remarque peut-on faire ? Donner la signification physique de  $\tau$ . **(0,75pt)**

**4.2.4.** A l'aide d'un logiciel, on a tracé la courbe donnant le logarithme népérien de  $U_C$  en fonction du temps t, soit  $\ln U_C = f(t)$  (**graphe 2**). Retrouver la valeur de C à partir d'une exploitation de ce graphe. **(0,75pt)**



graphe 1



graphe 2

**FIN DU SUJET**

