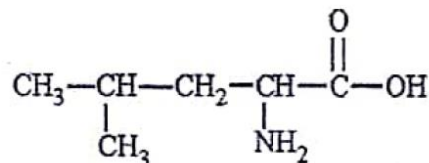


Composition 2<sup>ème</sup> semestre – 4 heures

Exercice n°1 : 4 points

Les protéines contenues dans les aliments sont les sources principales d'acides  $\alpha$ -aminés essentiels au bon fonctionnement de notre organisme. Le lait de vache fait partie de ces aliments riches en protéines, qu'il est important de consommer régulièrement de préférence lorsqu'il est frais.

La leucine, dont la formule est représentée ci-contre, est un des acides  $\alpha$ -aminés dont nous avons le plus besoin.



**2.1** Donner le nom systématique (en nomenclature officielle) de la leucine et la représentation de Fischer de la L-leucine. **(0,5 pt)**

**2.2** On souhaite préparer un dipeptide en réalisant un milieu réactionnel contenant la leucine (Leu) et la glycine (Gly) ou acide 2 - aminoéthanoïque.  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

**2.2.1** Nommer les dipeptides pouvant être obtenus en utilisant les abréviations des acides  $\alpha$  - aminés. **(01 pt)**

**2.2.2** En utilisant les formules semi-développées de la leucine et de la glycine, écrire l'équation-bilan de la réaction permettant d'obtenir le dipeptide Leu-Gly. **(0,25 pt)**

**2.3** En solution aqueuse, selon le pH, la leucine peut se présenter sous trois formes ionisées correspondant à deux couples acido-basiques dont les pKa sont  $\text{p}K_{a1} = 2,4$  et  $\text{p}K_{a2} = 9,6$ .

**2.3.1** Ecrire les formules semi-développées des deux couples acide-base et associer à chaque couple le pka correspondant. **(01 pt)**

**2.3.2** Représenter le diagramme de prédominance de la leucine. **(0,25 pt)**

**2.3.3** Quelle est la forme prédominante de la leucine dans un lait frais de pH = 6,7. **(0,25 pt)**

**2.4** Sur la notice d'un flacon de 500 mL de lait frais, on peut lire, à propos de la leucine, l'indication « Leucine : 2,23 g ».

Pour vérifier si l'indication portée sur la notice est correcte, on prélève un volume  $V_L = 20$  mL de ce lait que l'on dose jusqu'à l'équivalence par un volume  $V_a = 13,5$  mL d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 5 \cdot 10^{-2}$  mol. L<sup>-1</sup>.

**2.4.1** Ecrire l'équation-bilan support du dosage. **(0,25 pt)**

**2.4.2** Préciser si l'indication portée sur la notice est correcte. Justifier la réponse. **(0,5 pt)**

Données : M (C) = 12 g. mol<sup>-1</sup>; M (H) = 1 g. mol<sup>-1</sup>; M(O) = 16 g. mol<sup>-1</sup>; M(N) = 14 g. mol<sup>-1</sup>

Exercice n°2: 4 points

Le sang peut être assimilé à une solution tampon dont le pH a une valeur voisine de 7,4. On admet que cette valeur du pH est imposée par la présence dans le sang d'hydrogénocarbonate de sodium (HCO<sub>3</sub>Na) et de dioxyde de carbone. Une baisse du pH du sang peut entraîner une acidose métabolique, un trouble de l'équilibre acido-basique, à cause de la présence d'acide carbonique de formule H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

La concentration de la base conjuguée de l'acide carbonique dans le sang est comprise entre les valeurs de référence  $2,2 \cdot 10^{-2}$  mol/L et  $2,6 \cdot 10^{-2}$  mol/L.

**2.1** Définir une solution tampon ; rappeler ses propriétés. **(0,5 point)**

**2.2** Ecrire la formule de la base conjuguée de l'acide carbonique. **(0,25 point)**

**2.3** L'acide carbonique est un acide faible

**2.3.1** Rappeler la définition d'un acide faible. **(0,25 point)**

**2.3.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide carbonique et l'eau. **(0,25 point)**

**2.3.3** Donner l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  du couple H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> **(0,25 point)**

**2.3.4** Quelle forme, acide ou basique, de ce couple prédomine dans le sang sachant que le pKa est égal à 6,1 ? Justifier la réponse. (0,5 point)

**2.4** Un laborantin d'un hôpital est chargé d'analyser le sang d'un patient. Il prélève alors un volume  $V_b = 1,0 \cdot 10^{-1}$  L du sang du patient qu'il place dans un bécher et y ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 2 \cdot 10^{-2}$  mol/L.

L'évolution du pH du mélange en fonction du volume  $V_a$  d'acide versé est donnée par le tableau de valeurs suivant :

$V_a$ (mL)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0
pH	8,4	7,2	6,6	6,3	6,0	5,1	3,4	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3

**2.4.1** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. (0,25 point)

**2.4.2** Tracer la courbe du pH en fonction du volume  $V_a$  d'acide chlorhydrique versé. (0,5 point)

Echelles : 1 cm pour 1 unité de pH et 1 cm pour 2 mL

**2.4.3** Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence. (0,5 point)

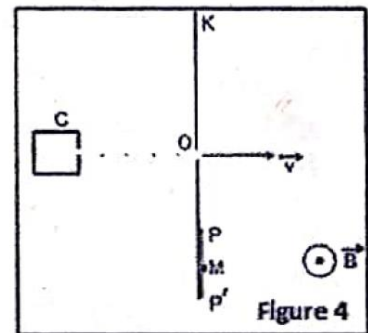
**2.4.4** En déduire la concentration C de la base conjuguée de l'acide carbonique dans le sang (0,25 point)

**2.4.5** Le patient présente-t-il des symptômes d'acidose métabolique du sang ? Justifier. (0,5 point)

**Exercice n°3: 4 points**

La spectrographie de masse est une technique physique d'analyse permettant de détecter et d'identifier des molécules ou des éléments à l'état de traces. Son principe réside dans la séparation en phase gazeuse d'ions en fonction de leur masse et de leur charge. Elle est utilisée dans pratiquement tous les domaines scientifiques : physique, chimie, biologie, médecine...

Un technicien de laboratoire de chimie décide de vérifier le nombre masse d'un isotope du fer et d'identifier quelques éléments chimiques à l'aide d'un spectrographe de masse. Pour cela il introduit les éléments dans la chambre d'ionisation C qui produit des ions de masse  $m$  et de charge  $q$ . Ces ions sont d'abord accélérés par une tension  $U$ , appliquée entre la chambre d'ionisation et l'électrode K, qui leur permet de traverser le trou O avec une vitesse  $\vec{v}$  horizontale. Ils pénètrent par la suite dans une région où règne un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme et orthogonal au plan de la figure. La trajectoire des ions est telle qu'ils viennent frapper en M la plaque photographique PP' située dans le plan vertical de l'électrode K (figure 4).



(01 pt)  
(0,25 pt)

**4.1** Montrer que le mouvement d'un ion est plan, uniforme et circulaire.

**4.2** Préciser en justifiant le signe de la charge d'un ion.

**4.3** Etablir l'expression de la distance  $d = OM$  en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $v$  et  $B$ . (0,5 point)

**4.4** Il étudie d'abord, les ions  $^{A_0}\text{Fe}^{2+}$  et  $^{56}\text{Fe}^{2+}$  de masses respectives  $m_0$  et  $m_1$ . Leurs points d'impact sur la plaque PP' sont respectivement  $M_0$  et  $M_1$ .

**4.4.1** Qu'appelle-t-on nombre de masse d'un atome ? (0,25 pt)

**4.2.2** Sachant que  $OM_0 = 0,964 \times OM_1$ , déterminer le nombre de masse  $A_0$  de l'ion  $^{A_0}\text{Fe}^{2+}$ . (0,5 pt)

Données :  $m_0 = A_0 u$ ,  $m_1 = 56 u$ ;  $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ .

**4.5** Il se propose ensuite, d'identifier quatre ions  $^{A_1}\text{I}_1$ ,  $^{A_2}\text{I}_2$ ,  $^{A_3}\text{I}_3$  et  $^{A_4}\text{I}_4$ .

Ces ions qui portent des charges de même valeur absolue, sont successivement introduits au point O avec la même vitesse que les ions  $^{56}\text{Fe}^{2+}$ .

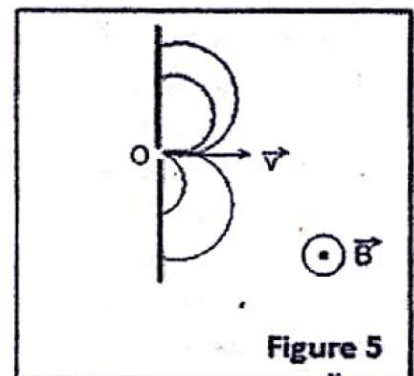


Figure 5

**4.5.1** Les trajectoires décrites par ces ions ont des rayons de valeurs  $R(^{A_1}\text{I}_1) = 0,45 \text{ cm}$ ,  $R(^{A_2}\text{I}_2) = 0,8 \text{ cm}$ ,  $R(^{A_3}\text{I}_3) = 2 \text{ cm}$  et  $R(^{A_4}\text{I}_4) = 3,95 \text{ cm}$  (figure 5). Déterminer les nombres de masse  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  et  $A_4$  de ces ions. Donnée :  $R_1 = 2,8 \text{ cm}$ . (01 pt)

4.5.2 Identifier ces ions dans la liste suivante :  ${}^9\text{Be}^{2+}$ ,  ${}^{16}\text{O}^{2-}$ ,  ${}^{24}\text{Mg}^{2+}$ ,  ${}^{32}\text{S}^{2-}$ ,  ${}^{40}\text{Ca}^{2+}$ ,  ${}^{64}\text{Cu}^{2+}$ ,  ${}^{52}\text{Cr}^{2+}$ ,  ${}^{79}\text{Se}^{2-}$ .

(0,5 pt)

**Exercice n°4: 4 points**

Un générateur GBF délivre à ces bornes une tension  $u(t)$  alternative sinusoïdale de valeur efficace Constante  $U = \frac{12}{\sqrt{2}}\text{V}$  et de fréquence  $N$  réglable. Ce générateur alimente un circuit électrique comportant un résistor de résistance  $R$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un condensateur de capacité  $C$ , un milliampèremètre et un interrupteur  $K$ .

On réalise les deux expériences (A) et (B) suivantes :

**Expérience (A) :**

On ferme  $K$  et on mesure l'intensité efficace  $I$  du courant électrique qui circule dans le circuit pour différentes valeurs de la fréquence  $N$ . L'évolution de  $I$  en fonction de  $N$  est représentée par la courbe de la figure 1.

1/ A la résonance d'intensité, déterminer graphiquement :

- la valeur  $N_0$  de la fréquence.
- la valeur  $I_0$  de l'intensité efficace du courant.

2/ On règle la fréquence à la valeur  $N=N_0$  et en branche aux bornes du résistor un voltmètre.

La valeur efficace de la tension donnée par le voltmètre est  $U_R = \frac{10}{\sqrt{2}}\text{V}$ .

Déterminer la valeur de  $R$  et en déduire la valeur de  $r$ .

**Expérience (B) :**

On fixe la fréquence  $N$  à la valeur  $N_1$  différente de  $N_0$ . Cette fréquence  $N_1$  est égale à l'une des deux valeurs (257,5Hz et 285Hz) signalées sur la courbe de  $I=f(N)$  de la figure 1.

Un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit, a permis de visualiser simultanément les tensions instantanées  $u(t)$  aux bornes du GBF et  $u_R(t)$  aux bornes du résistor respectivement sur ces voies X et Y on obtient les courbes de la figure 2.

3/ Représenter le schéma du circuit électrique en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser simultanément  $u(t)$  et  $u_R(t)$ .

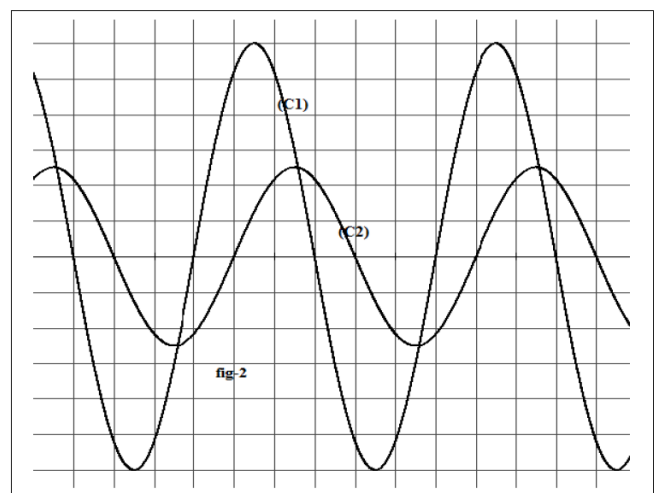
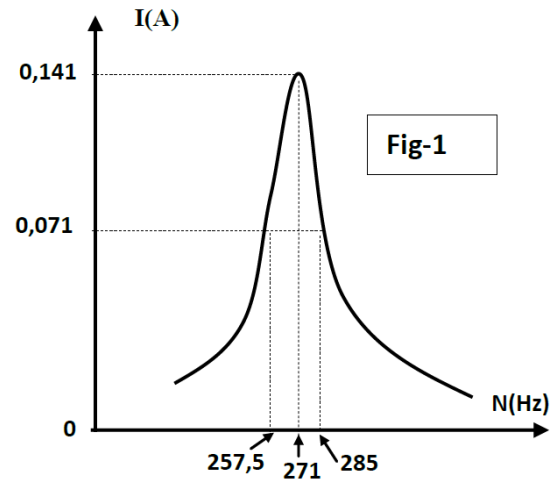
4/ a- Sachant que la sensibilité est la même pour les deux voies X et Y, montrer que l'oscillogramme (C<sub>1</sub>) correspond à  $u(t)$ .

b- En exploitant les oscillogrammes de la figure 2 ;

b<sub>1</sub>- Justifier que  $N_1$  est différente de  $N_0$ .

b<sub>2</sub>- Justifier que le circuit est inductif et préciser laquelle des deux valeurs de  $N$  (257,5Hz et 285Hz) celle qui correspond à  $N_1$ .

b<sub>3</sub>- Déterminer le déphasage entre  $u(t)$  et l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit :  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ .



5/ a- Montrer qu'on a :  $2\pi N_1 L - \frac{1}{2\pi N_1 C} = 60\sqrt{3}\Omega$ .

b- Déterminer les valeurs de L et de C.

**Exercice n°5: 4 points**

On considère le circuit électrique comportant un générateur de tension continue de fem  $E = 6 \text{ V}$ , un condensateur de capacité  $C$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance propre négligeable, deux conducteurs ohmiques de même résistance  $R$  et deux interrupteurs  $K$  et  $K'$  (figure-2).

Un oscilloscope associé à un système d'acquisition a permis de visualiser sur la voie 1 la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps.

**5.1** Dans une première expérience on ferme  $K$  en maintenant  $K'$  ouvert. Le dipôle (RC) est alors soumis à une tension continue.

Sur la voie 1 on obtient la courbe de la figure-3 de la page 4.

**5.1.1** Reproduire sur la copie la partie du circuit concernée et indiquer le sens du courant et les signes des charges de chacune des armatures du condensateur. **(0,25 point)**

**5-1-2** Quel est le nom du phénomène observé sur la voie 1 à la fermeture de  $K$  ? **(0,25 point)**

**5-1-3** Déterminer graphiquement la constante de temps  $\tau$  du dipôle (RC). Expliciter la méthode utilisée. **(0,25 point)**

**5-1-4** Sachant que  $R = 20 \Omega$ , en déduire la valeur de la capacité  $C$ . **(0,25 point)**

**5-1-5** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur est :

$$RC \frac{dU_C}{dt} + u_C = E. \quad (0,25 \text{ point})$$

**5-1-6** Vérifier que  $u_C(t) = E(1 - e^{-t/RC})$  est solution de cette équation différentielle. **(0,25 point)**

**5.2** Une fois la première expérience terminée, on ouvre  $K$  et on ferme  $K'$ . Le circuit est alors le siège d'oscillations électriques. La figure 4 indique la variation de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.

**5-2-1** Préciser le régime des oscillations obtenues **(0,25 point)**

**5-2-2** Déterminer la pseudo-période  $T$  des oscillations. **(0,25 point)**

**5-2-3** Reproduire sur la copie la partie du circuit concernée. **(0,25 point)**

**5-2-4** Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $U_C$ . **(0,25 point)**

**5-2-5** A partir de la figure-4, que peut-on dire de l'énergie totale du circuit ? Quel est le dipôle responsable de ce phénomène ?

Montrer que la variation au cours du temps de l'énergie totale du circuit peut s'écrire sous la forme

$$\frac{dE}{dt} = -2R(C \frac{dU_C}{dt})^2 \quad (0,5 \text{ point})$$

**5-2-6** On suppose que l'énergie initiale du circuit est contenue dans le condensateur.

Calculer les énergies électrique  $E_C$  et magnétiques  $E_L$  aux instants  $t_1 = 0$  ;  $t_2 = 3T$ . **(0,5 point)**

**5-2-7** Calculer l'énergie dissipée dans le circuit pendant  $3T$ . **(0,5 point)**

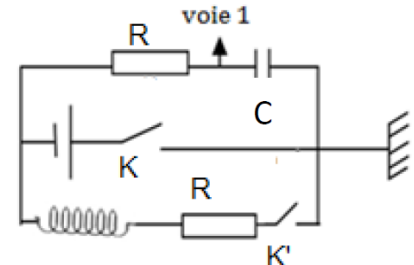


Figure 2

Figure 3

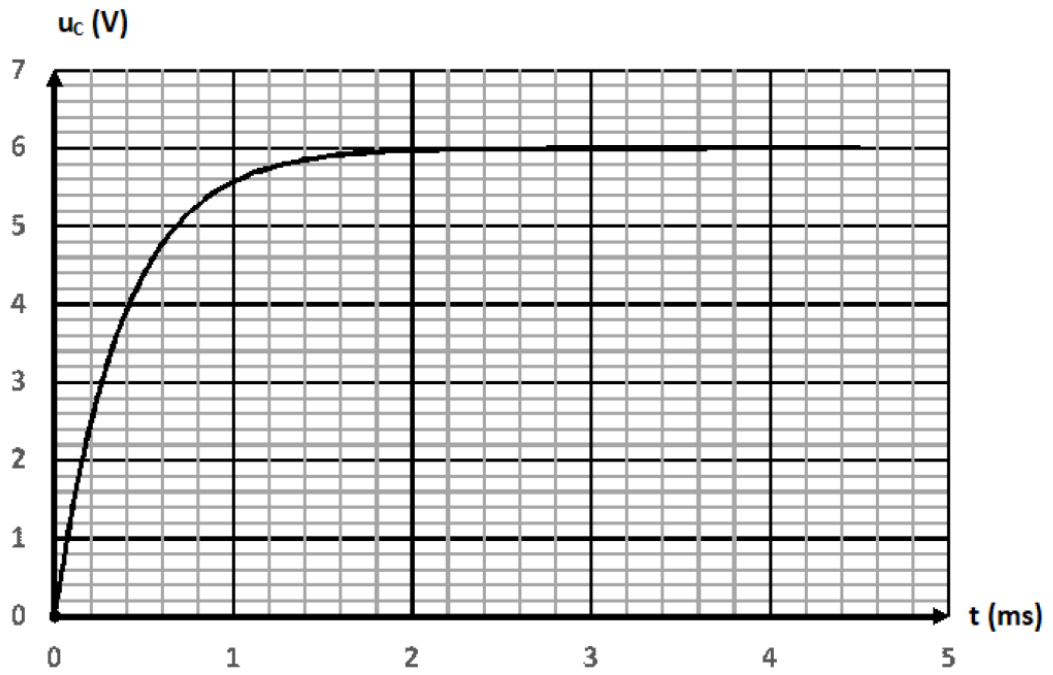
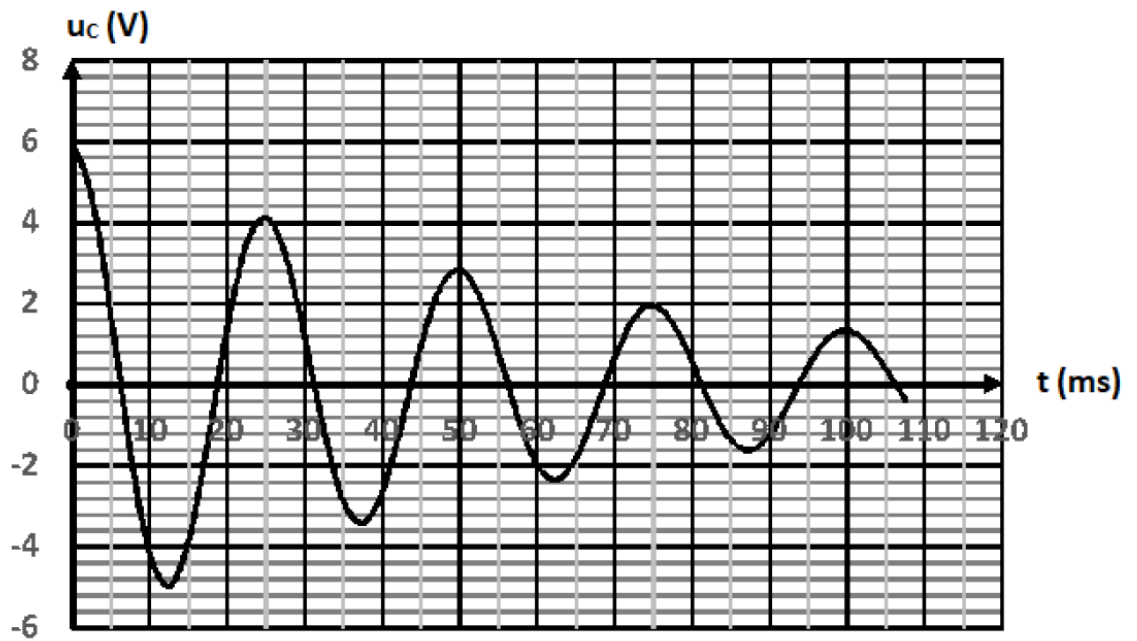


Figure 4



NB : il n'est pas demandé de rendre les courbes avec la feuille de copie.