

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupeSCIENCES PHYSIQUES**EXERCICE 1 (04 points)**

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose d'étudier la cinétique de la réaction d'estérification de l'acide méthanoïque (HCOOH) avec un mono alcool saturé B.

**1.1** Donner la formule brute d'un alcool ayant n atomes de carbone. (0,25pt)

**1.2.** L'alcool B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 5,6 g d'alcène produit 7,4 g d'alcool B. Montrer que la formule brute de l'alcool est C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O. (0,25pt)

**1.3.** L'oxydation ménagée de l'alcool B donne un composé organique qui réagit avec la 2,4-DNPH, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling. En déduire la formule semi-développée et le nom de cet alcool B. (0,5pt)

**1.4** L'acide méthanoïque réagit avec l'alcool B pour donner un ester E.

**1.4.1** Ecrire la formule semi-développée et donner le nom de l'ester E. (0,5pt)

**1.4.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'estérification en utilisant les formules brutes des composés. (0,25pt)

**1.5** A une température T, maintenue constante, le groupe d'élèves prépare plusieurs tubes contenant chacun 4·10<sup>-2</sup> mol d'acide méthanoïque et 4·10<sup>-2</sup> mol de l'alcool B. Le volume de chaque tube est V = 5 mL. A une date t, il détermine par une méthode appropriée le nombre de moles n d'acide restant dans chaque tube et il obtient le tableau ci-après.

t(min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
n (mmol)	40,0	32,0	27,2	24,8	22,0	20,0	18,3	16,8	15,6	14,0	14,0
[ester] mol.L <sup>-1</sup> .											

**1.5.1** Montrer que la concentration de l'ester peut se mettre sous la forme :

[ester] = 0,2(40 – n) avec n en mmol. (0,25pt)

**1.5.2** Compléter le tableau et tracer la courbe représentative de l'évolution de la concentration de l'ester E formé au cours du temps en respectant l'échelle suivante : ordonnée : 1 cm pour 0,5 mol/L et abscisse 1 cm pour 4 min. (0,5pt)

**1.5.3** Définir la vitesse volumique instantanée de formation de l'ester E. Déterminer la valeur de cette vitesse aux dates t<sub>0</sub> = 4 min et t<sub>1</sub> = 20 min. Comment évolue la vitesse de formation de cet ester au cours du temps ? Justifier l'évolution de la vitesse (1pt)

**1.5.4** Déterminer la composition molaire du système final. (0,5pt)

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>

**EXERCICE 2 (04 points)**

*"Des acides α-aminés et des protéines sont utilisés comme complément alimentaire durant un programme sportif intense afin de reconstruire les muscles et de produire de l'énergie. Parmi les acides α-aminés utilisés dans la synthèse des protéines, trois d'entre eux sont particulièrement importants : la leucine, l'isoleucine et la valine."*

**2.1** Une solution aqueuse contient un acide α-aminé A de formule  $\text{R}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$  où R est un groupe alkyle ramifié.

On dissout 2,0 g de l'acide α-aminé A dans un volume de 250 mL d'eau. On prélève un volume V<sub>A</sub> = 10 mL de cette solution que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C<sub>b</sub> = 1,0 10<sup>-1</sup> mol.L<sup>-1</sup>. Le volume de base versé pour atteindre l'équivalence est V<sub>b</sub> = 6,1 mL.

**2.1.1** Définir l'équivalence acido-basique. (0,25pt)

**2.1.2** Déterminer la masse molaire de l'acide α-aminé A. En déduire sa formule semi-développée et son nom dans la nomenclature officielle. (0,75pt)

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**2.1.3** Montrer que la molécule de l'acide  $\alpha$ -aminé A est chirale. Donner la représentation de Fischer de l'énantiomère L de A. **(0,5pt)**

**2.2** On considère la leucine de formule :  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$

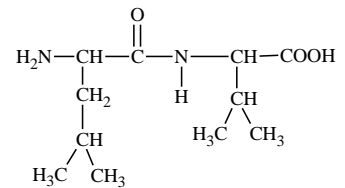
En solution aqueuse la leucine donne trois formes ionisées correspondant à deux couples acido-basiques dont les  $\text{pK}_a$  sont  $\text{pK}_{a1} = 2,4$  et  $\text{pK}_{a2} = 9,6$ .

**2.2.1** Ecrire les formules semi-développées des trois formes ionisées. Attribuer les  $\text{pK}_a$  aux deux couples acide-base correspondants. **(01,25pt)**

**2.2.2** Une solution de la leucine de concentration  $C_L = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  à un  $\text{pH} = 6,0$  à  $25^\circ\text{C}$ . Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution. **(0,75pt)**

**2.3** Les acides  $\alpha$ -aminés sont les unités structurales de base des protéines. Soit le dipeptide de formule semi-développée ci-contre :

Ecrire l'équation-bilan de la réaction de condensation conduisant à la formation de ce dipeptide et encadrer la liaison peptidique du dipeptide. **(0,5 pt)**



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

**EXERCICE 3 (04 points)**

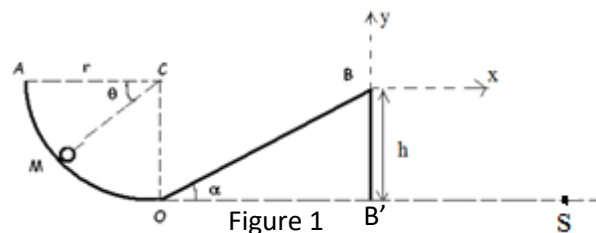
Les mouvements sur des pistes de formes variées sont utilisés dans beaucoup de jeux. Dans une foire, le jeu consiste à lancer sur une piste un projectile afin d'atteindre un réceptacle.

La piste de jeu (figure 1) est constituée d'une partie AO circulaire correspondant à un quart de cercle de rayon  $r = 1 \text{ m}$ , d'une partie rectiligne OB inclinée vers le haut d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

Le projectile, assimilable à un point matériel de masse  $m = 200 \text{ g}$  est lancé sur la piste à partir du point A avec une vitesse  $\vec{V}_A$  tangente au point A.

On négligera les frottements sur les pistes AO et OB.

On prendra  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$



**3.1** On repère la position du solide sur la partie AO à l'instant  $t$  par l'angle  $\theta = \widehat{ACM}$ . Exprimer la valeur  $V_M$  de la vitesse du solide en M en fonction de  $\theta$ ,  $r$ ,  $V_A$  et  $g$ . En déduire l'expression de la valeur  $V_O$  de la vitesse du solide au point O. **(0,5pt)**

**3.2** A partir du théorème du centre d'inertie, donner l'expression de l'intensité de la force  $\vec{R}$  que la piste exerce sur le solide au point M en fonction de  $\theta$ ,  $g$ ,  $V_A$ ,  $r$  et  $m$ . En déduire l'expression de sa valeur maximale  $R_{\max}$ . **(0,75pt)**

**3.3** On néglige, la perte de vitesse due au raccordement des deux pistes au point O. Le projectile aborde donc la partie inclinée OB avec la vitesse  $V_O$ . Il quitte la piste au point B, avec une vitesse  $\vec{V}_B$  colinéaire en ce point à la piste. On prendra cet instant comme origine des dates dans le repère  $(B, x, y)$  indiqué sur la figure 1.

**3.3.1** Etablir les équations horaires du solide après qu'il ait quitté le point B. **(0,5pt)**

**3.3.2** Déterminer l'expression de l'équation de la trajectoire parabolique décrite à partir du point B en fonction de  $g$ ,  $V_B$ ,  $\alpha$  et  $x$ . Montrer qu'elle peut s'écrire sous la forme :  $y = P x^2 + Q x$ . Préciser les expressions de P et Q. **(1pt)**

**3.3.3** Le projectile atterrit dans le réceptacle, à une distance  $D = B'S = 5,28 \text{ m}$  du point B'. Les points O, B' et S sont dans le même plan horizontal. Déterminer la hauteur  $h$  entre B et B' et en déduire la valeur  $V_A$  de la vitesse du solide avec laquelle le projectile a été lancée depuis le point A. On donne  $\alpha = 30^\circ$  et  $V_B = 7 \text{ m.s}^{-1}$  **(1,25pt)**

**EXERCICE 4 (04 points)**

Les phénomènes d'oscillations sont très répandus dans la vie quotidienne. Une oscillation est un mouvement ou une fluctuation périodique d'un système autour de sa position d'équilibre stable. Quelque soit la nature électrique ou mécanique, les oscillations peuvent être régies par des équations analogues.

On envisage une étude comparative des deux oscillateurs idéaux suivants (voir figures 2 et 3) :

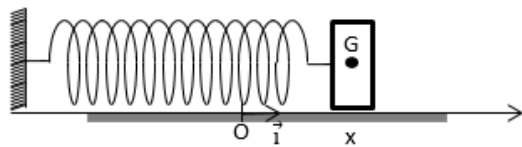


Figure 2

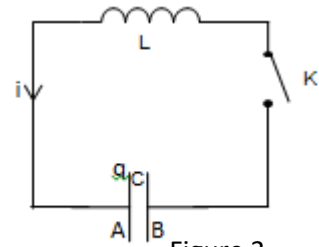


Figure 3

On considère :

- Un ressort à spires non jointives (figure 2) de raideur  $k$  et de masse négligeable accroché à un solide  $S$  de masse  $m$ .
- Un circuit électrique (figure 3) comprenant une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable ; un condensateur de capacité  $C$  et un interrupteur  $K$ .

**4.1 Etude de l'oscillateur mécanique**

La position du centre d'inertie  $G$  du solide  $S$  est repérée par son abscisse  $x$ . A l'équilibre  $G$  se trouve à la position  $O$ . Le solide est écarté de sa position d'équilibre d'une distance  $X_0$  puis lâché sans vitesse initiale à l'instant  $t = 0$ . Le solide  $S$  glisse sans frottement, sur un plan horizontal, autour de sa position d'équilibre.

**4.1.1** Établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse  $x$  du centre d'inertie  $G$  en appliquant le théorème du centre d'inertie au solide. **(0,5pt)**

**4.1.2** Vérifier que  $x = A \cos(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi)$  est solution de l'équation différentielle précédente et en déduire les expressions de  $T_0$  ;  $A$  et  $\varphi$  qui sont des constantes. Déterminer leurs valeurs numériques. On donne le rapport  $\frac{m}{k} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  S.I. et  $X_0 = +4,0$  cm. **(1pt)**

**4.2 Analogie entre oscillations mécaniques et électriques.**

On charge le condensateur du système électrique puis on ferme l'interrupteur  $K$  à la date  $t = 0$ . La charge du condensateur à cette date est  $Q_0$ . On admet que l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$  est :

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$$

**4.2.1** En comparant les équations différentielles des oscillations mécaniques et électriques, indiquer la grandeur mécanique correspondant à la charge  $q(t)$  du condensateur. **(0,5pt)**

**4.2.2** Quelles sont les grandeurs électriques correspondant respectivement à la constante raideur  $k$  du ressort et à la masse  $m$  du solide ( $S$ ) ? **(0,5pt)**

**4.2.3** En utilisant les similitudes entre les équations différentielles et les conditions initiales, montrer que la charge instantanée du condensateur est  $q(t) = Q_0 \cos(\frac{2\pi}{T'_0} t)$ . Donner l'expression de  $T'_0$  en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Calculer numériquement  $T'_0$ . **(0,5pt)**

On donne  $L = 0,10$  H ;  $C = 10,0$   $\mu$ F ;  $Q_0 = 10^{-4}$  C.

**4.2.4** Représenter la fonction  $x(t)$ . On fera varier  $t$  de  $0$  à  $2T_0$  et on prendra soin de bien préciser les points importants : situation à l'origine des temps, extrêmes, passages par la valeur nulle. **(0,5pt)**

**4.2.5** Les oscillateurs réels diffèrent des oscillateurs idéaux à cause de certains facteurs qui interviennent dans leur fonctionnement. Pour l'oscillateur mécanique ce sont les forces de frottements. Quelle est la grandeur correspondante pour l'oscillateur électrique. **(0,5pt)**

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**EXERCICE 5 (04 points)**

On s'intéresse à l'aspect de la lumière à travers son caractère ondulatoire ou corpusculaire et à son aspect énergétique dans le cas de l'atome d'hydrogène.

Une source ponctuelle S de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  éclaire un dispositif interférentiel (dispositif de Young) (figure 4).

Données :  $S_1S_2 = a = 2 \text{ mm}$  ;  $D = 1 \text{ m}$  ;  $\lambda = \lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$  ;  $a \ll D$

**5.1** Qu'observe-t-on sur l'écran E dans la partie commune aux deux faisceaux issus de  $S_1$  et  $S_2$ ? Expliquer brièvement. (0,5pt)

**5.2** On choisit sur l'écran un axe orienté d'origine O. (figure 4).

Soit un point M d'abscisse x.

**5.2.1** Définir les termes suivants : longueur d'onde ; interférence. (0,5pt)

**5.2.2** L'expression de la différence de marche au point M est  $\delta = S_2M - S_1M = \frac{ax}{D}$ . Exprimer l'ordre d'interférence  $p = \frac{\delta}{\lambda}$  en fonction de a, D, x et  $\lambda$ . (0,25pt)

**5.2.3** Etablir l'expression de l'interfrange i et la calculer numériquement pour  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$ . (0,5pt)

**5.3** La source n'est plus monochromatique, elle émet simultanément deux radiations  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$  et

$\lambda_2 = 0,448 \text{ }\mu\text{m}$ . On place parallèlement à la direction des franges, à une distance  $x = 1,68 \text{ mm}$ , la fente fine d'un spectroscopie.

Montrer que celui-ci ne fait apparaître que la raie de longueur d'onde  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$ . (0,5pt)

**5.4** On veut fabriquer une cellule photoélectrique sensible à la radiation monochromatique  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$ .

**5.4.1** Calculer en électronvolts l'énergie d'un photon lumineux de cette radiation. (0,25pt)

**5.4.2** On donne les longueurs d'onde seuils photo-électriques de quelques métaux :

Césium : 650 nm ; sodium : 520 nm ; zinc : 370 nm ; cuivre : 290 nm.

Quel métal peut-on choisir parmi ces métaux pour fabriquer la cellule photoélectrique ? (0,25pt)

On donne :

- la vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- la constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- masse de l'électron  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

**5.4.3** Déterminer la valeur de la vitesse maximale d'un électron à la sortie de la cathode ? (0,5pt)

**5.5** Une formule empirique à laquelle obéissent les longueurs d'onde d'un rayonnement émis ou absorbé dans le

vide par l'atome d'hydrogène est  $\sigma = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$  où  $\sigma$  est le nombre d'onde de la radiation émise,

m et n des entiers tels que  $m > n$  et  $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$  est la constante de Rydberg. L'énergie du niveau n de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation  $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$  avec  $E_n$  en eV.

La longueur d'onde  $\lambda = 0,486 \text{ }\mu\text{m}$  est émise par l'atome d'hydrogène lors de son retour d'un niveau excité  $m > 2$  au niveau  $n = 2$

**5.5.1** Déterminer le niveau m. (0,5pt)

**5.5.2** Calculer en électronvolts l'énergie minimale à fournir pour ioniser l'atome à partir de l'état correspondant au niveau  $n = 2$ . (0,25pt)

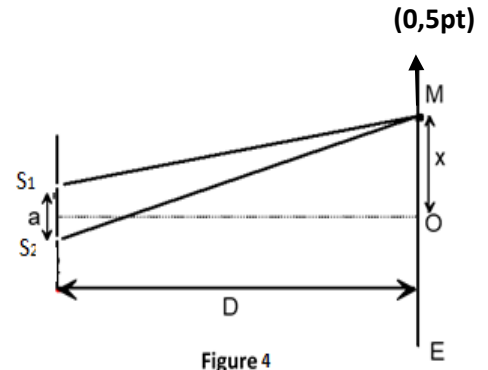
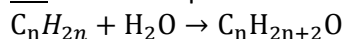


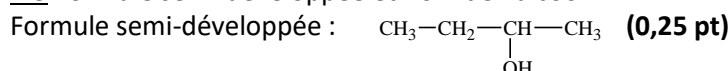
Figure 4

**FIN DU SUJET**

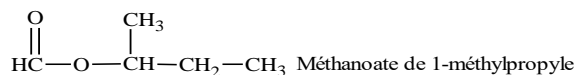
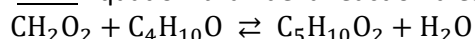


**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe****CORRIGE****EXERCICE 1 (4 points)****1.1** Formule brute de l'alcool  $C_nH_{2n+2}O$ **(0,25pt)****1.2** Montrons que la formule brute est  $C_4H_{10}O$ 

$$n(C_nH_n) = n(B) \Rightarrow \frac{m(C_nH_n)}{M(C_nH_n)} = \frac{m(B)}{M(B)} \Rightarrow \frac{5,6}{14n} = \frac{7,4}{14n+18} \Rightarrow 78,4n + 100,8 = 103,6n$$

 $\Rightarrow n = 4$  : La formule brute est bien  $C_4H_{10}O$ .**(0,25pt)****1.3** Formule semi-développée et nom de l'alcool.**(0,25 pt)**

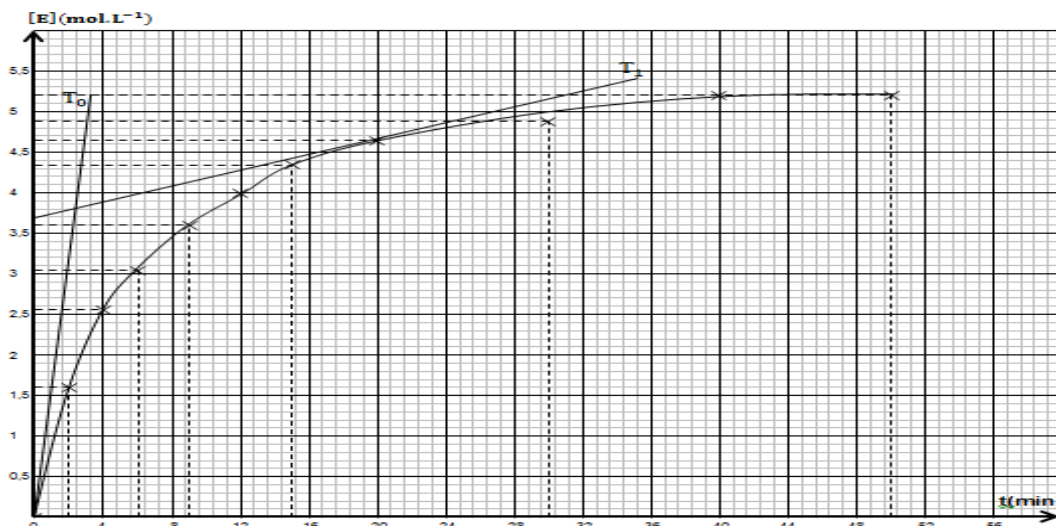
Nom : butanol-2-ol

**(0,25 pt)****1.4.1** Formule semi-développée et nom de l'ester**(0,5 pt)****1.4.2** Equation-bilan de la réaction d'estérification**(0,25 pt)****1.5.1** Montrons que concentration de l'ester s'écrit  $[E] = 0,2(40 - n)$  avec n en mmol.

$$n_E = n_0 - n \Rightarrow [E] = \frac{n_0 - n}{V} = \frac{4 \cdot 10^{-2} - n}{5 \cdot 10^{-3}} = 0,2 \cdot 10^3 (4 \cdot 10^{-2} - n) = 0,2(40 - n \cdot 10^3);$$

n est en mmol  $\Rightarrow [E] = 0,2(40 - n)$ **(0,25 pt)****1.5.2** Tableau de valeurs et graphe  $[E] = f(t)$ **(2 X 0,25 pt)**

t(min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
n(mmol)	40	32,0	27,2	24,8	22,0	20	18,3	16,8	15,6	14	14
[E](mol. L <sup>-1</sup> )	0	1,6	2,56	3,04	3,6	4	4,34	4,64	4,88	5,2	5,2

**1.5.3** Définition de la vitesse volumique de formation de l'ester.La vitesse volumique de formation de l'ester E est la dérivée par rapport au temps de la concentration molaire de l'ester à l'instant t.  $v_t = \left(\frac{d[E]}{dt}\right)_t$ **(0,25pt)**Détermination de la vitesse à  $t_4 = 4\text{min}$  et  $t_{20} = 20\text{min}$ 

$$v_4 = \left(\frac{d[E]}{dt}\right)_4 = 0,34 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow v_0 = 0,34 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

**(0,25pt)**

$$v_{20} = \left(\frac{d[E]}{dt}\right)_{20} = 0,05 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow v_1 = 0,05 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

**(0,25pt)**

Evolution de la vitesse au cours du temps.

$v_{20} < v_4 \Rightarrow$  La vitesse diminue au cours du temps.

(0,25pt)

La vitesse diminue car la concentration des réactifs diminue.

#### 1.5.4 Composition molaire du système final

Montrons que la réaction n'est pas totale à partir du graphe.

D'après le graphe  $[E]_{fin} = 5,2 \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow n(E)_{fin} = [E]_{fin} \cdot V = 5,2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n(E)_{fin} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} < n_0 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  : La réaction n'est pas totale

(0,25pt)

Composition molaire du système final

$n(E)_{fin} = n(H_2O)_{fin} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

(0,25pt)

$n(B)_{fin} = n(HCOOH)_{fin} = n_0 - n(E)_{fin} = 4 \cdot 10^{-2} - 2,6 \cdot 10^{-2} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$

(0,25pt)

#### EXERCICE 2 (04 points)

2.1.1 Il y'a équivalence acido-basique lorsque les réactifs (A et hydroxyde de sodium) sont mélangés dans des proportions stœchiométriques.

(0,25pt)

2.1.2 Masse molaire, formule semi-développée et nom de l'acide  $\alpha$ -aminé A.

- Masse molaire

Concentration molaire :  $C_A = \frac{C_b V_b}{V_A} = \frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 6,1}{10} = 6,1 \cdot 10^{-2} \Rightarrow C_A = 6,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

Masse molaire :  $M_A = \frac{m}{n} = \frac{m}{C_A V} = \frac{2}{6,1 \cdot 10^{-2} \cdot 0,25} = 131 \Rightarrow M_A = 131 \text{ g. mol}^{-1}$

(0,25pt)

Autre méthode

Concentration massique :  $C_m = \frac{m}{V} = \frac{2}{0,25} = 8 \Rightarrow C_m = 8 \text{ g. L}^{-1}$

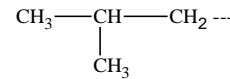
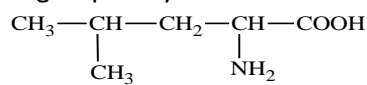
Concentration molaire :  $C_A = \frac{C_b V_b}{V_A} = \frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 6,1}{10} = 6,1 \cdot 10^{-2} \Rightarrow C_A = 6,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

Masse molaire :  $M_A = \frac{C_m}{C_A} = \frac{8}{6,1 \cdot 10^{-2}} = 131 \text{ g} \Rightarrow M_A = 131 \text{ g. mol}^{-1}$

- Formule semi-développée et nom

$M_A = M(R) + 74 \Rightarrow M(R) = M_A - 74 = 131 - 74 = 57$  ;

R groupe alkyle  $\Rightarrow 14n + 1 = 57 \Rightarrow n = 4$  ; R groupe alkyle ramifié  $\Rightarrow$



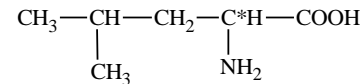
Acide 2 - amino, 4 - méthylpentanoïque

(2x 0,25 pt)

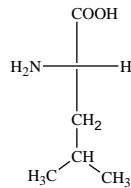
2.1.3 Molécule chirale et représentation de Fischer de l'énantiomère L

(2x 0,25 pt)

La molécule est chirale car elle possède un seul carbone asymétrique(C<sup>x</sup>) :

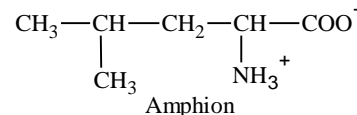
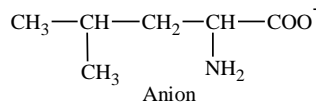
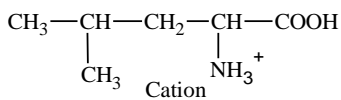


Représentation de Fischer L :



2.2.1 Formules semi-développées des trois ions

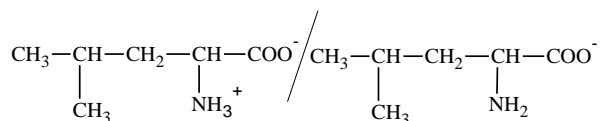
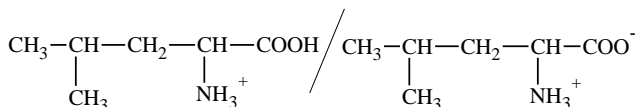
(3x0,25 pt)



Amphion Z ; anion Z<sup>-</sup> ; cation Z<sup>+</sup>

Les deux couples acide-base

(2 x 0,25 pt)



$\text{pKa}(Z^+/Z) = 2,4$  ;

$\text{pKa}(Z/Z^-) = 9,6$

2.2.2 Concentrations molaires des espèces chimiques

- Ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-6} \Rightarrow$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$  (0,25 pt)

- Ions  $\text{OH}^-$  :  $[\text{OH}^-] = 10^{-14+\text{pH}} = 10^{-8} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$

- **Amphion** : loi de conservation :  $C_L = [\text{amphion}] + [\text{cation}] + [\text{anion}]$

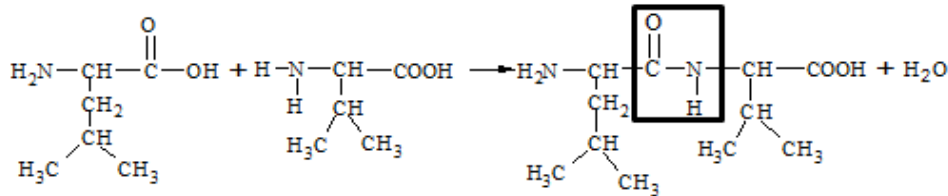
$\frac{[\text{amphion}]}{[\text{cation}]} = 10^{\text{pH}-\text{pK}_{a1}} = 10^{3,6} \Rightarrow [\text{cation}] \ll [\text{amphion}]$  ;  $\frac{[\text{anion}]}{[\text{amphion}]} = 10^{\text{pH}-\text{pK}_{a2}} = 10^{-3,6} \Rightarrow [\text{anion}] \ll$

$[\text{amphion}] \Rightarrow [\text{amphion}] = C_L \Rightarrow [\text{amphion}] = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  (0,25pt)

- **Cation et anion** :  $[\text{cation}] = [\text{anion}] = [\text{amphion}] \cdot 10^{-3,6} = 2,51 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$

$[\text{cation}] = [\text{anion}] = 2,51 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$  (0,25pt)

**2.3** Equation-bilan de formation du dipeptide ; liaison peptidique



(2x0,25pt)

### EXERCICE 3 (4 points)

**3.1** Expression de  $V_M$  et de  $V_O$

- Norme  $V_M$  de la vitesse du solide en M en fonction de  $\theta$ ,  $r$ ,  $V_A$  et  $g$ .

$E_{CM} - E_{CA} = mgh \Rightarrow V_M = \sqrt{2gh + V_A^2} \Rightarrow V_M = \sqrt{2gr \sin \theta + V_A^2}$  (0,25pt)

- Expression de la norme de la vitesse d'arrivée  $V_O$  de la boule au point O.

En O  $\Rightarrow \theta = 90^\circ \Rightarrow V_O = \sqrt{2gr + V_A^2}$  (0,25pt)

**3.2** Exprimer en fonction de  $\theta$ ,  $g$ ,  $V_A$  et  $m$  l'intensité de la force  $\vec{R}$  que la piste exerce sur le solide au point M et déduction de la valeur maximale  $R_{\max}$

TCl  $\Rightarrow m\vec{a} = \vec{R} + \vec{P} \Rightarrow R = \frac{mV_M^2}{r} + mg \sin \theta \Rightarrow R = 3mg \sin \theta + \frac{mV_A^2}{r}$  (0,5pt)

En O  $R$  est maximale  $\Rightarrow \theta = 90^\circ \Rightarrow R_{\max} = 3mg + \frac{mV_A^2}{r}$  (0,25pt)

**3.3.1** Equations horaires

l'accélération du solide après qu'elle ait quitté le point B.

TCl  $\Rightarrow m\vec{a} = \vec{P} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

Direction : verticale ; Sens : vers le bas

$\vec{a} \begin{pmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{pmatrix} \quad \vec{V} \begin{pmatrix} V_x = V_B \cos \alpha \\ V_y = -gt + V_B \sin \alpha \end{pmatrix} \quad \overrightarrow{OM} \begin{pmatrix} x = V_B t \cos \alpha \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_B t \sin \alpha \end{pmatrix}$  (0,5pt)

Norme :  $a = 10 \text{ m.s}^{-1}$

**3.3.2** Expression de l'équation de la trajectoire parabolique décrite à partir du point B en fonction de  $g$ ,  $V_B$ ,  $\alpha$  et  $x$ .

Montrons qu'elle peut s'écrire sous la forme :  $y = P x^2 + Q x$ . Précisons les expressions de  $P$  et  $Q$ .

$y = -\frac{gx^2}{2V_B^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha$  (0,5pt)

On pose  $P = -\frac{g}{2V_B^2 \cos^2 \alpha}$  et  $Q = \tan \alpha$  donc  $y = Px^2 + Qx$  (2\*0,25pt)

**3.3.3** Les valeurs de l'angle  $\alpha$  et de la vitesse  $V_B$  au point B.

$0,577 = \tan \alpha \Rightarrow \alpha = 30^\circ$  (0,25pt)

$P = -\frac{g}{2V_B^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow V_B = \sqrt{\frac{-g}{2P \cos^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{-10}{2(-0,136) \cos^2 30}} = 7 \text{ m/s}$  (0,25pt)

**3.3.3** Détermination de  $h$  et de  $V_A$

- valeur de la hauteur  $h$  du point B par rapport au sol.

S(D ; -h) donc  $-h = -\frac{gD^2}{2V_B^2 \cos^2 \alpha} + D \tan \alpha$  ; donc  $h = \frac{gD^2}{2V_B^2 \cos^2 \alpha} - D \tan \alpha$

A.N :  $h = \frac{9,8 \cdot 5,28^2}{2 \cdot 7^2 \cdot \cos^2 30} - 5,28 \cdot \tan 30 = 0,67 \text{ m} ; h = 0,67 \text{ m}$  (0,5pt)

$y(\text{sol}) = -0,136x^2 + 0,577x \Rightarrow y = -0,136(5,28)^2 + 0,577(5,28) = -0,74 \text{ m}$

Hauteur  $h = -y(\text{sol}) = 0,74 \text{ m}$  (0,5pt)

- Détermination de vitesse  $V_O$  au départ du point O

$$\text{TEC} \Rightarrow E_{cB} - E_{cO} = -mgh \Rightarrow V_O = \sqrt{2gh + V_B^2} \Rightarrow V_O = \sqrt{2 \times 10 \times 0,74 + 7^2} = 8 \text{ m/s}$$

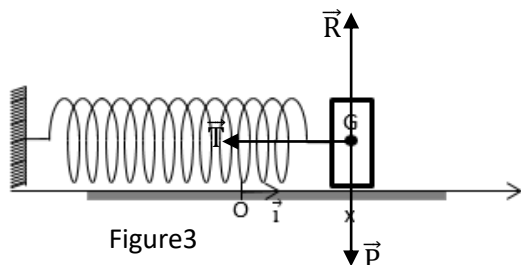
$$\text{- Déduction de } V_A : V_A = \sqrt{2g(r-h) + V_B^2} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_B^2 + 2g(r-h)} = \sqrt{7^2 + 2 \times 9,8 \times (1 - 0,67)} = 7,45$$

$$V_A = 7,45 \text{ m.s}^{-1}$$

(0,75pt)

#### EXERCICE 4 (4 points)

##### 4.1.1 Equation différentielle du mouvement



Théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$

Projection sur l'axe  $x'ox$  :  $-T = ma_x \Rightarrow -kx = m\ddot{x} \Rightarrow m\ddot{x} + kx = 0$

(0,5 pt)

##### 4.1.2 Vérification, déduction de $T_0$ et valeur de $T_0$

$$x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) \Rightarrow \dot{x} = -\frac{2\pi}{T_0} A \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) \Rightarrow \ddot{x} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 A \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 x$$

$$\Rightarrow -m\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 x + kx = 0 \Rightarrow x\left(-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{k}{m}\right) = 0 \Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow T_0^2 = \frac{4\pi^2 m}{k}$$

$$\Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

(0,25pt)

$$\text{A.N : } T_0 = 2\pi \cdot 10^{-1} = 0,2\pi = 0,63 \text{ s}$$

(0,25pt)

Montrons que  $A = X_0$  et  $\varphi = 0$ .

$$\text{A } t = 0 \begin{cases} x = X_0 \\ v = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cos \varphi = X_0 \\ -\frac{2\pi}{T_0} A \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{X_0}{A} > 0 \\ \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = 0 \text{ et } A = X_0$$

(2\*0,25pt)

##### 4.2.1 Correspondance abscisse.

(0,5pt)

	Oscillateur mécanique	Oscillateur électrique
Equation différentielle	$m\ddot{x} + kx = 0$	$L\ddot{q} + \frac{1}{C}q = 0$
Abscisse et charge	$x$	$q$

##### 4.2.2 Correspondance de la constante de raideur (k) et de la masse (m)

(2\*0,25pt)

$$k \longleftrightarrow \frac{1}{C} \quad m \longleftrightarrow L$$

##### 4.2.3 Solution équation différentielle et période propre $T'_0$

(0,25 pt)

	Oscillateur mécanique	Oscillateur électrique
Solution	$x = X_0 \cos \frac{2\pi}{T_0} t$	$q = Q_0 \cos \frac{2\pi}{T'_0} t$
Période	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T'_0 = 2\pi \sqrt{LC}$

$$\text{A.N : } T'_0 = 2\pi \sqrt{0,1 \times 1 \cdot 10^{-5}} = 6,28 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad (0,25 \text{ pt})$$

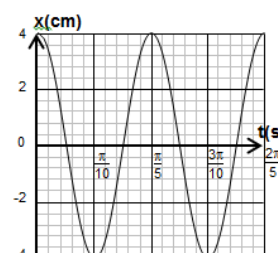
##### 4.2.4 Représentation de $x = f(t)$ sur deux périodes (0,5 pt)

$$x = 4 \cdot 10^{-2} \cos 10t$$

##### 4.2.5 La grandeur électrique correspondante aux forces de frottement :

Les résistances électriques

(0,5 pt)



### EXERCICE 5 (4 points)

#### 5.1 Observation sur l'écran.

On observe des franges alternativement claires et sombres ; les franges claires correspondent à des interférences constructives et les franges sombres correspondent à des interférences destructives. **(0,5pt)**

#### 5.2.1 Définition

- Longueur d'onde : distance parcourue par l'onde en une période temporelle. **(0,25pt)**

- Interfrange : distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature. **(0,25 pt)**

#### 5.2.2 Ordre d'interférence

$$p = \frac{\delta}{\lambda} \text{ or } \delta = \frac{ax}{D} \Rightarrow p = \frac{ax}{\lambda D} \quad (0,25pt)$$

#### 5.2.3 Expression de l'interfrange i.

$$\text{Pour des franges brillantes } \delta = \frac{ax}{D} = k\lambda \Rightarrow x_k = \frac{k\lambda D}{a} \text{ et } x_{k+1} = \frac{(k+1)\lambda D}{a}$$

$$i = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda D}{a} \quad (0,25 pt)$$

$$\text{A.N : } i = \frac{0,560 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2 \cdot 10^{-3}} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m} \quad (0,25 pt)$$

#### 5.3 Calcul de l'ordre d'interférence.

$$p = \frac{ax}{\lambda D} = \frac{x}{i}$$

$$\text{Pour } \lambda_1, p_1 = \frac{x}{i} = \frac{1,68 \cdot 10^{-3}}{2,8 \cdot 10^{-4}} = 6 \quad p_1 \text{ est un entier} \Rightarrow \text{frange claire.} \quad (0,25 pt)$$

$$\text{Pour } \lambda_2, p_2 = \frac{ax}{\lambda_2 D} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,68 \cdot 10^{-3}}{0,448 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 7,5 \quad p_2 \text{ est un demi entier impair} \Rightarrow \text{frange sombre. Seule la radiation de longueur d'onde } \lambda_1 \text{ apparaît} \quad (0,25 pt)$$

#### 5.4.1 Energie du photon

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda_1} \quad \text{A.N : } E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{0,560 \cdot 10^{-6}} = 3,55 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow E = 2,2 \text{ eV} \quad (0,25 pt)$$

#### 5.4.2 Métal à choisir

$$E \geq E_0 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_1} \geq \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} \geq \frac{1}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_1 \leq \lambda_0 ; \lambda_1 = 560 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_0 = 650 \text{ nm} : \text{il s'agit du césium.} \quad (0,25 pt)$$

#### 5.4.3 Vitesse maximale de l'électron à la sortie de la cathode.

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + E_{c_{\max}} \Rightarrow E_{c_{\max}} = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = hc \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{2hc}{m} \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$
$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right)} \quad \text{A.N: } v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left( \frac{1}{560 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{650 \cdot 10^{-9}} \right)} = 3,29 \cdot 10^5$$

$$v_{\max} = 3,29 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,5 pt)$$

#### 5.5.1 Détermination du niveau m

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda R_H} = \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{m^2} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{\lambda R_H} \Rightarrow m = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{n^2} - \frac{1}{\lambda R_H}}}$$

$$\text{A.N : } m = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1,097 \cdot 10^7 \cdot 486 \cdot 10^{-9}}}} = 4 \Rightarrow m = 4 \quad (0,5 pt)$$

#### 5.5.2 Energie minimale d'ionisation à partir de n = 2

$$E_i = E_{\infty} - E_2 \Rightarrow E_i = -E_2 \Rightarrow E_i = \frac{13,6}{4} = 3,4 \Rightarrow E_i = 3,4 \text{ eV} \quad (0,25pt)$$

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe****SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (04 points)**

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose d'étudier la cinétique de la réaction d'estérification de l'acide méthanoïque (HCOOH) avec un mono alcool saturé B.

**1.1** Donner la formule brute d'un alcool ayant n atomes de carbone. (0,25pt)

**1.2.** L'alcool B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 5,6 g d'alcène produit 7,4 g d'alcool B. Montrer que la formule brute de l'alcool est C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O. (0,25pt)

**1.3.** L'oxydation ménagée de l'alcool B donne un composé organique qui réagit avec la 2,4-DNPH, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling. En déduire la formule semi-développée et le nom de cet alcool B. (0,5pt)

**1.4** L'acide méthanoïque réagit avec l'alcool B pour donner un ester E.

**1.4.1** Ecrire la formule semi-développée et donner le nom de l'ester E. (0,5pt)

**1.4.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'estérification en utilisant les formules brutes des composés. (0,25pt)

**1.5** A une température T, maintenue constante, le groupe d'élèves prépare plusieurs tubes contenant chacun 4·10<sup>-2</sup> mol d'acide méthanoïque et 4·10<sup>-2</sup> mol de l'alcool B. Le volume de chaque tube est V = 5 mL. A une date t, il détermine par une méthode appropriée le nombre de moles n d'acide restant dans chaque tube et il obtient le tableau ci-après.

t(min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
n (mmol)	40,0	32,0	27,2	24,8	22,0	20,0	18,3	16,8	15,6	14,0	14,0
[ester] mol.L <sup>-1</sup> .											

**1.5.1** Montrer que la concentration de l'ester peut se mettre sous la forme :

[ester] = 0,2(40 - n) avec n en mmol. (0,25pt)

**1.5.2** Compléter le tableau et tracer la courbe représentative de l'évolution de la concentration de l'ester E formé au cours du temps en respectant l'échelle suivante : ordonnée : 1 cm pour 0,5 mol/L et abscisse 1 cm pour 4 min. (0,5pt)

**1.5.3** Définir la vitesse volumique instantanée de formation de l'ester E. Déterminer la valeur de cette vitesse aux dates t<sub>0</sub> = 4 min et t<sub>1</sub> = 20 min. Comment évolue la vitesse de formation de cet ester au cours du temps ? Justifier l'évolution de la vitesse (1pt)

**1.5.4** Déterminer la composition molaire du système final. (0,5pt)

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>

**EXERCICE 2 (04 points)**

*"Des acides α-aminés et des protéines sont utilisés comme complément alimentaire durant un programme sportif intense afin de reconstruire les muscles et de produire de l'énergie. Parmi les acides α-aminés utilisés dans la synthèse des protéines, trois d'entre eux sont particulièrement importants : la leucine, l'isoleucine et la valine."*

**2.1** Une solution aqueuse contient un acide α-aminé A de formule  $\text{R}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$  où R est un groupe alkyle ramifié.

On dissout 2,0 g de l'acide α-aminé A dans un volume de 250 mL d'eau. On prélève un volume V<sub>A</sub> = 10 mL de cette solution que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C<sub>b</sub> = 1,0 10<sup>-1</sup> mol.L<sup>-1</sup>. Le volume de base versé pour atteindre l'équivalence est V<sub>b</sub> = 6,1 mL.

**2.1.1** Définir l'équivalence acido-basique. (0,25pt)

**2.1.2** Déterminer la masse molaire de l'acide α-aminé A. En déduire sa formule semi-développée et son nom dans la nomenclature officielle. (0,75pt)



**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**2.1.3** Montrer que la molécule de l'acide  $\alpha$ -aminé A est chirale. Donner la représentation de Fischer de l'énantiomère L de A. **(0,5pt)**

**2.2** On considère la leucine de formule :  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$

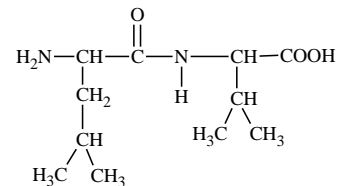
En solution aqueuse la leucine donne trois formes ionisées correspondant à deux couples acido-basiques dont les  $\text{pK}_a$  sont  $\text{pK}_{a1} = 2,4$  et  $\text{pK}_{a2} = 9,6$ .

**2.2.1** Ecrire les formules semi-développées des trois formes ionisées. Attribuer les  $\text{pK}_a$  aux deux couples acide-base correspondants. **(01,25pt)**

**2.2.2** Une solution de la leucine de concentration  $C_L = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  à un  $\text{pH} = 6,0$  à  $25^\circ\text{C}$ . Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution. **(0,75pt)**

**2.3** Les acides  $\alpha$ -aminés sont les unités structurales de base des protéines. Soit le dipeptide de formule semi-développée ci-contre :

Ecrire l'équation-bilan de la réaction de condensation conduisant à la formation de ce dipeptide et encadrer la liaison peptidique du dipeptide. **(0,5 pt)**



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

**EXERCICE 3 (04 points)**

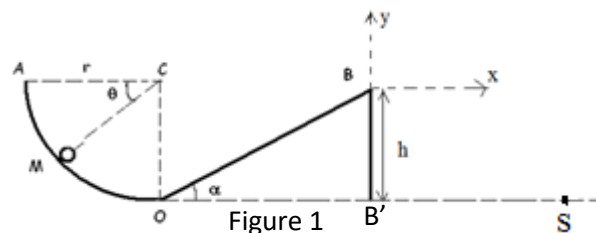
Les mouvements sur des pistes de formes variées sont utilisés dans beaucoup de jeux. Dans une foire, le jeu consiste à lancer sur une piste un projectile afin d'atteindre un réceptacle.

La piste de jeu (figure 1) est constituée d'une partie AO circulaire correspondant à un quart de cercle de rayon  $r = 1 \text{ m}$ , d'une partie rectiligne OB inclinée vers le haut d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

Le projectile, assimilable à un point matériel de masse  $m = 200 \text{ g}$  est lancé sur la piste à partir du point A avec une vitesse  $\vec{V}_A$  tangente au point A.

On négligera les frottements sur les pistes AO et OB.

On prendra  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$



**3.1** On repère la position du solide sur la partie AO à l'instant  $t$  par l'angle  $\theta = \widehat{ACM}$ . Exprimer la valeur  $V_M$  de la vitesse du solide en M en fonction de  $\theta$ ,  $r$ ,  $V_A$  et  $g$ . En déduire l'expression de la valeur  $V_O$  de la vitesse du solide au point O. **(0,5pt)**

**3.2** A partir du théorème du centre d'inertie, donner l'expression de l'intensité de la force  $\vec{R}$  que la piste exerce sur le solide au point M en fonction de  $\theta$ ,  $g$ ,  $V_A$ ,  $r$  et  $m$ . En déduire l'expression de sa valeur maximale  $R_{\max}$ . **(0,75pt)**

**3.3** On néglige, la perte de vitesse due au raccordement des deux pistes au point O. Le projectile aborde donc la partie inclinée OB avec la vitesse  $V_O$ . Il quitte la piste au point B, avec une vitesse  $\vec{V}_B$  colinéaire en ce point à la piste. On prendra cet instant comme origine des dates dans le repère  $(B, x, y)$  indiqué sur la figure 1.

**3.3.1** Etablir les équations horaires du solide après qu'il ait quitté le point B. **(0,5pt)**

**3.3.2** Déterminer l'expression de l'équation de la trajectoire parabolique décrite à partir du point B en fonction de  $g$ ,  $V_B$ ,  $\alpha$  et  $x$ . Montrer qu'elle peut s'écrire sous la forme :  $y = P x^2 + Q x$ . Préciser les expressions de P et Q. **(1pt)**

**3.3.3** Le projectile atterrit dans le réceptacle, à une distance  $D = B'S = 5,28 \text{ m}$  du point B'. Les points O, B' et S sont dans le même plan horizontal. Déterminer la hauteur  $h$  entre B et B' et en déduire la valeur  $V_A$  de la vitesse du solide avec laquelle le projectile a été lancée depuis le point A. On donne  $\alpha = 30^\circ$  et  $V_B = 7 \text{ m.s}^{-1}$  **(1,25pt)**

**EXERCICE 4 (04 points)**

Les phénomènes d'oscillations sont très répandus dans la vie quotidienne. Une oscillation est un mouvement ou une fluctuation périodique d'un système autour de sa position d'équilibre stable. Quelque soit la nature électrique ou mécanique, les oscillations peuvent être régies par des équations analogues.

On envisage une étude comparative des deux oscillateurs idéaux suivants (voir figures 2 et 3) :

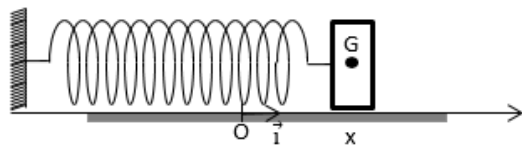


Figure 2

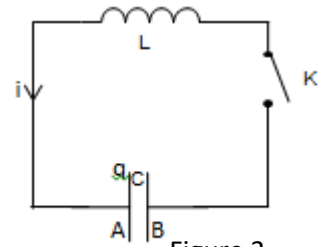


Figure 3

On considère :

- Un ressort à spires non jointives (figure 2) de raideur  $k$  et de masse négligeable accroché à un solide  $S$  de masse  $m$ .
- Un circuit électrique (figure 3) comprenant une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable ; un condensateur de capacité  $C$  et un interrupteur  $K$ .

**4.1 Etude de l'oscillateur mécanique**

La position du centre d'inertie  $G$  du solide  $S$  est repérée par son abscisse  $x$ . A l'équilibre  $G$  se trouve à la position  $O$ . Le solide est écarté de sa position d'équilibre d'une distance  $X_0$  puis lâché sans vitesse initiale à l'instant  $t = 0$ . Le solide  $S$  glisse sans frottement, sur un plan horizontal, autour de sa position d'équilibre.

**4.1.1** Établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse  $x$  du centre d'inertie  $G$  en appliquant le théorème du centre d'inertie au solide. **(0,5pt)**

**4.1.2** Vérifier que  $x = A \cos(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi)$  est solution de l'équation différentielle précédente et en déduire les expressions de  $T_0$  ;  $A$  et  $\varphi$  qui sont des constantes. Déterminer leurs valeurs numériques. On donne le rapport  $\frac{m}{k} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  S.I. et  $X_0 = +4,0$  cm. **(1pt)**

**4.2 Analogie entre oscillations mécaniques et électriques.**

On charge le condensateur du système électrique puis on ferme l'interrupteur  $K$  à la date  $t = 0$ . La charge du condensateur à cette date est  $Q_0$ . On admet que l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$  est :

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$$

**4.2.1** En comparant les équations différentielles des oscillations mécaniques et électriques, indiquer la grandeur mécanique correspondant à la charge  $q(t)$  du condensateur. **(0,5pt)**

**4.2.2** Quelles sont les grandeurs électriques correspondant respectivement à la constante raideur  $k$  du ressort et à la masse  $m$  du solide ( $S$ ) ? **(0,5pt)**

**4.2.3** En utilisant les similitudes entre les équations différentielles et les conditions initiales, montrer que la charge instantanée du condensateur est  $q(t) = Q_0 \cos(\frac{2\pi}{T'_0} t)$ . Donner l'expression de  $T'_0$  en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Calculer numériquement  $T'_0$ . **(0,5pt)**

On donne  $L = 0,10$  H ;  $C = 10,0$   $\mu$ F ;  $Q_0 = 10^{-4}$  C.

**4.2.4** Représenter la fonction  $x(t)$ . On fera varier  $t$  de 0 à  $2T_0$  et on prendra soin de bien préciser les points importants : situation à l'origine des temps, extrêmes, passages par la valeur nulle. **(0,5pt)**

**4.2.5** Les oscillateurs réels diffèrent des oscillateurs idéaux à cause de certains facteurs qui interviennent dans leur fonctionnement. Pour l'oscillateur mécanique ce sont les forces de frottements. Quelle est la grandeur correspondante pour l'oscillateur électrique. **(0,5pt)**

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**EXERCICE 5 (04 points)**

On s'intéresse à l'aspect de la lumière à travers son caractère ondulatoire ou corpusculaire et à son aspect énergétique dans le cas de l'atome d'hydrogène.

Une source ponctuelle S de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  éclaire un dispositif interférentiel (dispositif de Young) (figure 4).

Données :  $S_1S_2 = a = 2 \text{ mm}$  ;  $D = 1 \text{ m}$  ;  $\lambda = \lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$  ;  $a \ll D$

**5.1** Qu'observe-t-on sur l'écran E dans la partie commune aux deux faisceaux issus de  $S_1$  et  $S_2$ ? Expliquer brièvement. (0,5pt)

**5.2** On choisit sur l'écran un axe orienté d'origine O. (figure 4).

Soit un point M d'abscisse x.

**5.2.1** Définir les termes suivants : longueur d'onde ; interférence. (0,5pt)

**5.2.2** L'expression de la différence de marche au point M est  $\delta = S_2M - S_1M = \frac{ax}{D}$ . Exprimer l'ordre d'interférence  $p = \frac{\delta}{\lambda}$  en fonction de a, D, x et  $\lambda$ . (0,25pt)

**5.2.3** Etablir l'expression de l'interfrange i et la calculer numériquement pour  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$ . (0,5pt)

**5.3** La source n'est plus monochromatique, elle émet simultanément deux radiations  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$  et

$\lambda_2 = 0,448 \text{ }\mu\text{m}$ . On place parallèlement à la direction des franges, à une distance  $x = 1,68 \text{ mm}$ , la fente fine d'un spectroscopie.

Montrer que celui-ci ne fait apparaître que la raie de longueur d'onde  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$ . (0,5pt)

**5.4** On veut fabriquer une cellule photoélectrique sensible à la radiation monochromatique  $\lambda_1 = 0,560 \text{ }\mu\text{m}$ .

**5.4.1** Calculer en électronvolts l'énergie d'un photon lumineux de cette radiation. (0,25pt)

**5.4.2** On donne les longueurs d'onde seuils photo-électriques de quelques métaux :

Césium : 650 nm ; sodium : 520 nm ; zinc : 370 nm ; cuivre : 290 nm.

Quel métal peut-on choisir parmi ces métaux pour fabriquer la cellule photoélectrique ? (0,25pt)

On donne :

- la vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- la constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- masse de l'électron  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

**5.4.3** Déterminer la valeur de la vitesse maximale d'un électron à la sortie de la cathode ? (0,5pt)

**5.5** Une formule empirique à laquelle obéissent les longueurs d'onde d'un rayonnement émis ou absorbé dans le

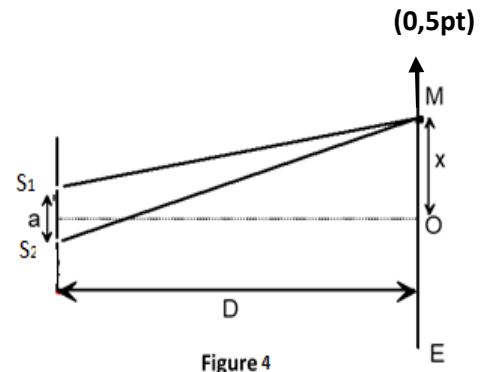
vide par l'atome d'hydrogène est  $\sigma = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$  où  $\sigma$  est le nombre d'onde de la radiation émise,

m et n des entiers tels que  $m > n$  et  $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$  est la constante de Rydberg. L'énergie du niveau n de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation  $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$  avec  $E_n$  en eV.

La longueur d'onde  $\lambda = 0,486 \text{ }\mu\text{m}$  est émise par l'atome d'hydrogène lors de son retour d'un niveau excité  $m > 2$  au niveau  $n = 2$

**5.5.1** Déterminer le niveau m. (0,5pt)

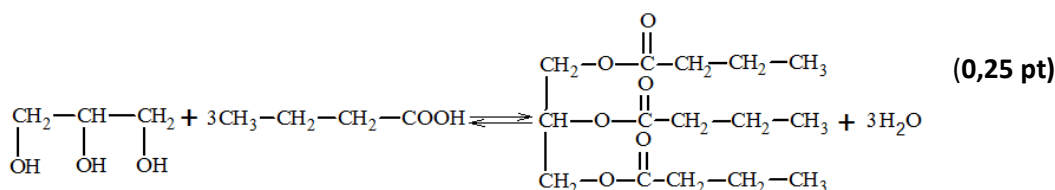
**5.5.2** Calculer en électronvolts l'énergie minimale à fournir pour ioniser l'atome à partir de l'état correspondant au niveau  $n = 2$ . (0,25pt)



**FIN DU SUJET**

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**SCIENCES PHYSIQUES**  
**CORRIGE****EXERCICE 1 (04 points)****1.1** Composé noté (D) : anhydride éthanoïque (0,25 pt)**1.2** En faisant réagir l'alcool (B) avec un des composés ci-dessus que l'on notera (A), on obtient le butanoate d'éthyle par une réaction lente et limitée.**1.2.1** formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$  (0,25pt)**1.2.2** la fonction chimique du composé (A) ?

(A) : acide carboxylique (0,25 pt)

**1.2.3** formules semi-développées et noms des composés (A) et (B)(A) :  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  (acide butanoïque) (B) :  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  (éthanol) (0,5 pt)**1.3**  $\text{CH}_3\text{-CO-O-OC-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CO-O-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HOOC-CH}_3$  (0,5 pt)**1.4** On réalise un mélange contenant de l'acide butanoïque et du glycérol**1.4.1** Equation bilan de la réaction entre l'acide butanoïque et le glycérol.**1.4.2** rendement de la synthèse.

$$\frac{n_{\text{acide}}}{3} = \frac{m}{3M} = \frac{39,6}{3 \times 88} = 0,15 \quad \text{on a : } \frac{n_{\text{glycérol}}}{1} = \frac{n_{\text{acide}}}{3} \Rightarrow \text{mélange stœchiométrique}$$

$$\text{Rendement : } R = \frac{n_{\text{obt}}}{n_{\text{att}}} \times 100 \quad \text{avec} \quad n_{\text{obt}} = \frac{29}{302} = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.} \quad R = 64\% \quad (0,75 \text{ pt})$$

**1.5** On fait réagir du chlorure d'éthanoyle avec une amine secondaire**1.5.1** fonction chimique du dérivé (E) : **amide** (0,25 pt)**1.5.2**  $\text{CH}_3\text{-CO-Cl} + \text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CO-N C}_n\text{H}_{2n+2} + \text{HCl}$  (0,25 pt)**1.5.3** masse molaire du dérivé (E). Formule semi-développée et nom de l'amine secondaire utilisée.

$$n_{\text{chlorure}} = n_{\text{amide}} \Rightarrow 0,1 = \frac{m}{M} \Rightarrow M = 59 \text{ g.mol}^{-1} \quad (0,25 \text{ pt})$$

$$\Rightarrow n=3 \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_9\text{N} \Rightarrow \text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3 \quad \text{N-méthyléthylamine} \quad (0,5 \text{ pt})$$

**EXERCICE 2 (04 points)****2.1.1**  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  avec  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 1$  (0,25 pt)**2.1.2** Montrer que la concentration de la solution  $S_1$  est  $C_1 = 1,83 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ 

$$C_1 = \frac{n}{V} = \frac{m}{VM} = \frac{\rho V_0}{VM} = \frac{1,80 \times 10}{1 \times 98} = 1,84 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \quad (0,5 \text{ pt})$$

**2.1.3** le volume  $V_1$  prélevé

On a une dilution  $C_1 V_1 = C_a V_a \Rightarrow V_1 = \frac{C_a V_a}{C_1} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \times 50}{1,83 \cdot 10^{-1}} = 13,6 \text{ cm}^3$  (0,5 pt)

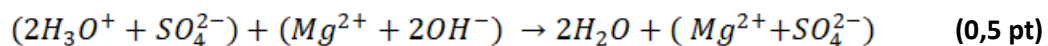
## 2.2 Analyse du comprimé :

**2.2.1** Une base est dite forte si elle réagit avec l'eau totalement en produisant des ions  $\text{OH}^-$  (0,25 pt)

**2.2.2** Quantité d'acide sulfurique :

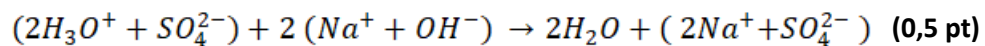
$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = C_1 V_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (0,25 \text{ pt})$$

**2.2.3** Equation bilan de la réaction entre l'acide sulfurique et l'hydroxyde de magnésium



**2.2.4** L'excès d'acide sulfurique dans le bécher est neutralisé par un volume  $V_3 = 20,0 \text{ cm}^3$  d'une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ) de concentration  $C_b = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

**2.2.4.1** Equation bilan de la réaction de neutralisation de l'excès d'acide sulfurique -



$$\frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{1} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{2} = \frac{C_b V_3}{2} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \Rightarrow$$

La quantité de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en excès est de  $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  (0,5 pt)

**2.2.4.2** Masse d'hydroxyde de magnésium en mg dans le comprimé antiacide.

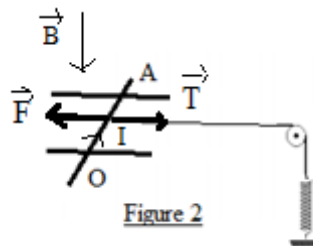
$$\frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{qui a réagit})}}{1} = \frac{n_{\text{Mg}(\text{OH})_2}}{1} \Rightarrow n_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{initial})} - n_{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{excès})}$$

$$n_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

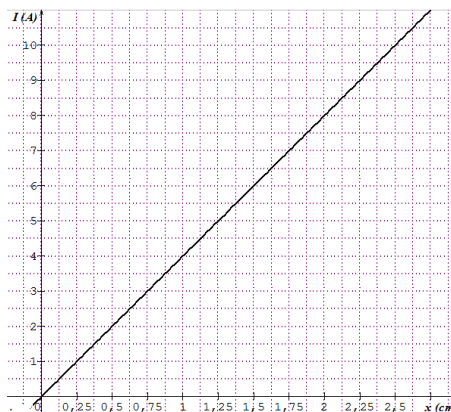
$$m_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = n_{\text{Mg}(\text{OH})_2} \cdot M = 2,0 \cdot 10^{-3} \cdot 58,3 = 0,1166 \text{ g} = 116,6 \text{ mg} \quad (0,5 \text{ pt})$$

**2.2.4.3** Pourcentage en masse d'hydroxyde de magnésium dans le comprimé antiacide.

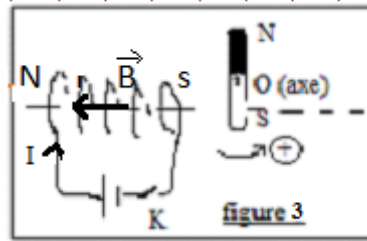
$$P = \frac{\text{masse de Mg}(\text{OH})_2}{\text{masse du comprimé}} = \frac{116,6}{125} \cdot 100 = 93\% \quad (0,25 \text{ pt})$$

**EXERCICE 3 (4 points)****3.1** La **figure 2** est une représentation partielle de la **figure 1**.**3.1.1** Représentation : tension  $\vec{T}$  exercée par le fil et vecteur force magnétique  $\vec{F}$ . (0,75 pt)**3.1.2** sens du courant et représentation du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  (voir figure) (0,75 pt)

Justifier la direction et le sens de  $\vec{B}$  : Loi de Laplace :  $\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B} \Rightarrow (I\vec{\ell}, \vec{B}, \vec{F})$  trièdre direct : la règle de la main droite permet de représenter  $\vec{B}$  (0,25 pt)

**3.2** tracer la courbe  $I = f(x)$ . Echelle: 1 cm  $\rightarrow$  0,5 cm ; 1 cm  $\rightarrow$  1 A (0,75 pt)**3.3** la relation qui lie  $I$ ,  $B$ ,  $x$  et  $\ell$ .Equilibre de la tige  $\Rightarrow F = T \Rightarrow I\ell B = kx \Rightarrow I = \frac{k}{\ell B} x$ . (0,75 pt)**3.4** la valeur expérimentale du champ magnétique  $B$  créé par l'aimant en U.La courbe  $I = f(x)$  est une droite passant par l'origine d'équation :  $I = ax$ , avec  $a = \frac{\Delta I}{\Delta x} = 400 \text{ A.m}^{-1}$ L'équation s'écrit :  $I = 400x \Rightarrow a = \frac{k}{\ell B} \Rightarrow B = \frac{k}{\ell \cdot a}$  AN  $B = \frac{20}{0,1 \cdot 400} = 0,5 \Rightarrow B = 0,5 \text{ T}$  (0,75 pt)**EXERCICE 4 (04 points)****4.1****4.1.1** Représentation du sens du courant  $I$  dans la bobine et indication des pôles nord et sud de la bobine. (0,25 pt)



**4.1.2** Justification du sens de la déviation de l'aimant.

Le pôle sud de la bobine repousse le pôle sud de l'aimant ce qui entraîne une déviation dans le sens positif indiqué. **(0,25pt)**

**4.2** Le groupe d'élèves étudie maintenant le circuit de la **figure 4**.**4.2.1** Valeur de l'intensité  $I$  du courant électrique en régime permanent.

$$I = \frac{E}{r} = \frac{20}{5} = 4 \text{ A} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**4.2.2** Valeur de la constante de temps  $\tau_1$  du circuit

$$\tau_1 = \frac{L}{r} = \frac{0,1}{5} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**4.3** Montrons que la résistance équivalente entre A et B vaut  $R_{eq} = 10 \Omega$ .

Les 2 résistors sont en parallèle

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10 \Omega \quad \textbf{(0,25 pt)}$$

**4.4** Pour la suite, on considère seulement le circuit équivalent muni de la résistance  $R_{eq} = 10 \Omega$  entre les points A et B en série avec la bobine d'inductance  $L = 0,1 \text{ H}$  et de résistance  $r = 5 \Omega$ .

**4.4.1** Montrons que l'équation différentielle est donnée par :  $\frac{di}{dt} + \left(\frac{r+R_{eq}}{L}\right)i = 0$ 

Loi des mailles :  $u_b + u_{R_{eq}} = 0 \Rightarrow L \frac{di}{dt} + ri + R_{eq}i = 0$

$$\Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{r+R_{eq}}{L}\right)i = 0 \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**4.4.2** La valeur de la constante de temps  $\tau_2$  du circuit ?

$$\tau_2 = \frac{L}{r+R_{eq}} = \frac{0,1}{5+10} = 0,0067 \text{ s} = 6,7 \text{ ms} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**4.4.3** Durée pour qu'il reste 20% du courant électrique dans le circuit.

$$i(t) = \frac{E}{r} e^{-\left(\frac{r+R_{eq}}{L}\right)t} \Rightarrow i(t) = 4e^{-150t}$$

$$20\% \times 4 = 4e^{-150t} \Rightarrow 0,2 = 4e^{-150t}$$

$$\Rightarrow t = -\frac{\ln 0,2}{150} = 0,0107 \text{ s} = 10,7 \text{ ms} \quad \textbf{(0,5p t)}$$

**4.4.4****4.4.4.1** Nouvelle valeur de la constante de temps  $\tau_3$  du circuit :

Graphiquement  $\tau_3 = 2,5 \text{ ms}$  **(0,25 pt)**

**4.4.4.2** Valeur de la résistance  $R'$  en série insérée dans le circuit.

$$\tau_3 = \frac{L}{r+R_{eq}+R'} \Rightarrow R' = \frac{L}{\tau_3} - (r + R_{eq}) \Rightarrow$$

$$R' = \frac{0,1}{0,0025} - (5 + 10) = 25 \Omega \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**EXERCICE 5 (04 points)****5.1** Définition de la radioactivité

La radioactivité est l'émission de particules par un noyau instable radioactif. **(0,25 pt)**

Composition du noyau de *polonium* le plus abondant des isotopes. :  
**84 protons ; 126 neutrons** **(0,25 pt)**

**5.2** Défaut de masse du noyau de *polonium*

Défaut de masse  $\Delta m = 84 m_p + 126 m_n - 209,9947 = 1,708274 \text{ u}$  **(0,25 pt)**

Energie de liaison  $E_l = \Delta m \cdot c^2 = 1,708274 \cdot 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} = 1591,257 \text{ MeV}$

Energie de liaison par nucléon :  $E_{l/A} = \frac{E_l}{A} = 7,58 \text{ MeV/nucléon}$  **(0,5 pt)**

**5.3** Equation de désintégration nucléaire du polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  en identifiant avec justification le symbole de la particule P.



La loi de conservation donne  $\begin{cases} 210 = a + 206 \\ 84 = b + 82 \end{cases}$  donne  $\begin{cases} a = 4 \\ b = 2 \end{cases}$  P est alpha  ${}^4_2\text{He}$  **(0,25pt)**

**5.4** On étudie un échantillon de l'isotope polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  de masse  $m_0 = 1,00 \text{ g}$  à la date initiale  $t = 0$ .

**5.4.1** Energie libérée par la désintégration d'une masse  $m_0 = 1,00 \text{ g}$ .

L'énergie libérée est  $E = \Delta m \cdot c^2$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = [m(\text{He}) + m(\text{Pb}) - m(\text{Po})] \cdot c^2 =$$

$$E = (4,00154 + 205,9531 - 209,9947) \cdot 931,5 = -37,31 \text{ MeV}.$$

$$\text{Pour } 1,00\text{g} \Rightarrow E = N \times (37,31) = \frac{m N_A}{M} \times (37,31) = 1,069 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$$

$$E = 6,7 \cdot 10^9 \text{ J} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**5.4.2** Expression donnant le nombre de noyaux radioactifs restant N à la date t.

$$dN = -\lambda N dt \Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \Rightarrow N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

**5.4.3.** Masse restante 420 jours plus tard et pourcentage de noyaux désintégrés au bout de cette période.

A la date  $t = 420 \text{ jours}$  : avec  $T = 140 \text{ jours} \Rightarrow t/T = 420/140 = 3 = n$

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = 1,00 e^{-\lambda t} = 1,00 e^{-\ln 2 \cdot \frac{t}{t_{1/2}}} = 1,00 e^{-\ln 2 \cdot 3} = 1,00 e^{\ln 2^{-3}} = \frac{1,00}{2^3} = 0,125 \text{ g. (0,5 pt)}$$

$$\%d = \frac{m_d}{m_0} * 100 = \frac{m_0 - m_r}{m_0} * 100 \quad \text{AN : } \%d = \frac{1 - 0,125}{1} * 100 = 87,5 \% \quad (0,25 \text{ pt})$$

**5.4.4.** Définition de l'activité radioactive de l'isotope  $^{210}_{84}\text{Po}$ .

L'activité est le nombre de désintégration par unité de temps. (0,25 pt)

la valeur initiale  $A_0$  de l'activité

$$\Rightarrow A_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot \frac{1,00}{210} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,64 \cdot 10^{14} \text{ Bq} \quad (0,25 \text{ pt})$$

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (04 points)**

« Les esters sont généralement à l'origine des arômes naturels et artificiels. Certains, comme les triglycérides, par la réaction de saponification, produisent du savon qui a des propriétés antiseptiques et antibactériennes. On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de saponification d'un ester par l'hydroxyde de sodium. Pour cela on dose l'hydroxyde de sodium qui n'a pas réagi par une solution d'acide chlorhydrique. »

On donne les masses molaires en g/mol  $M(C) = 12$  ;  $M(H) = 1$  ;  $M(O) = 16$ .

**1.1** L'ester (E) de formule brute  $C_5H_{10}O_2$  est obtenu par action d'un acide carboxylique (D) sur un alcool à chaîne carbonée saturée (A) de masse molaire  $60 \text{ g.mol}^{-1}$ . L'oxydation ménagée de l'alcool (A) donne un corps (B) qui produit un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) et reste sans action sur la liqueur de Fehling. **(01,25 pt)**

Déterminer les formules semi-développées de l'alcool (A), de l'ester (E) et de l'acide (D). Nommer ces composés.

**1.2** On saponifie l'ester (E) par une solution d'hydroxyde de sodium.

**1.2.1** Donner les caractéristiques de la réaction de saponification. **(0,25 pt)**

**1.2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de saponification. **(0,25 pt)**

**1.3** A la date  $t = 0$ , on prépare un mélange équimolaire de l'ester et de l'hydroxyde de sodium qui ont la même concentration  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le mélange est réparti dans sept (7) tubes contenant chacun un volume  $V = 10 \text{ cm}^3$ . Ces tubes sont immédiatement scellés puis placés dans une étuve maintenue à  $30^\circ\text{C}$ .

A différentes dates, on dose l'hydroxyde de sodium restant dans chaque tube par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . La détermination du volume  $V_a$  d'acide chlorhydrique utilisé pour doser l'hydroxyde de sodium contenu dans chaque tube a donné les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Date t (min)	2	4	6	8	10	12	14
Volume $V_a$ ( $\text{cm}^3$ )	8,55	7,40	6,80	6,45	6,20	6,00	6,00
[Alcool] ( $10^{-3} \text{ mol/L}$ )							

**1.3.1** Montrer que la concentration molaire volumique de l'alcool formé au cours du temps s'écrit :

$$[\text{Alcool}] = C - \frac{C_a V_a}{V} \quad \textbf{(0,25pt)}$$

**1.3.2** Recopier le tableau, compléter le et représenter graphiquement les variations de la concentration de l'alcool en fonction du temps.

Echelle :  $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ min}$  ;  $1 \text{ cm} \rightarrow 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . **(0,75 pt)**

**1.3.3** Définir la vitesse instantanée volumique de formation de l'alcool. **(0,25 pt)**

**1.3.4** Déterminer graphiquement les vitesses de formation de l'alcool aux dates  $t_1 = 3 \text{ min}$  et  $t_2 = 7 \text{ min}$ .

Comment évolue cette vitesse de formation ? Préciser le facteur cinétique responsable de cette évolution ? **(01 pt)**

**EXERCICE 2 (04 points)  $M(\text{g/mol})$   $M(C) = 12$  ;  $M(H) = 1$  ;  $M(O) = 16$  ;  $M(N) = 14$ .**

« Les acides  $\alpha$ -aminés jouent un rôle important dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules des êtres vivants. Ils constituent l'essentiel du corps humain après l'eau.

La glutamine est l'acide aminé le plus abondant dans le sang et les muscles. Elle joue un rôle dans la synthèse des protéines et la protection immunitaire. »

On se propose de synthétiser un dipeptide à partir de la glutamine et un acide  $\alpha$ -aminé A de formule brute  $C_xH_yO_2N$ . La composition centésimale massique de A est : 40,4% de carbone, 7,87 % d'hydrogène et 15,7% d'azote.

**2.1** Montrer que la formule brute de A est  $C_3H_7O_2N$ . **(0,5 pt)**

**2.2** Donner la formule semi développée de A et son nom dans la nomenclature officielle. **(0,5 pt)**

**2.3** La molécule A est-elle chirale ? justifier **(0,5 pt)**

**2.4** Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de l'acide  $\alpha$ -aminé A en précisant leur configuration. **(0,5 pt)**

.../... 2

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**2.5** La formule semi-développée de la glutamine s'écrit :  $\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CO}_2\text{H}$

**2.5.1** Nommer les trois groupes fonctionnels présents dans la glutamine (0,75 pt)

**2.5.2** Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide dont la glutamine est N terminal (Glu-A). (0,5 pt)

**2.5.3** On désire obtenir 110 g du dipeptide. Quelle masse de glutamine faut-il utiliser si le rendement est de 75% ? (0,75 pt)

**EXERCICE 3 (04 points)**

Les ressorts sont présents dans la vie quotidienne. Ils sont utilisés, entre autres domaines, dans la mesure de l'intensité d'une force (dynamomètre), le maintien d'un serrage (pince à linge), l'accumulation d'énergie (moteur de jouets, de montres), l'amortissement des chocs (système antisismique des bâtiments), la suspension automobile (oscillateur mécanique) ...

Ils sont utilisés pour restituer l'énergie mécanique emmagasinée quand ils sont déformés.

Un groupe d'élèves réalise un pendule élastique formé d'un solide (S) de masse  $m = 100 \text{ g}$  et d'un ressort (R) à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur  $k$ . Ce groupe d'élèves décide de déterminer la valeur de la constante  $k$  en utilisant deux méthodes : une méthode dynamique et une méthode énergétique.

Le solide est un mobile autoporteur qui peut glisser sans frottement sur une table à coussin d'air horizontale.

Le solide est écarté de sa position d'équilibre O, choisie comme origine des positions, puis lâché sans vitesse initiale. Il se met à osciller ; la position de son centre d'inertie est repérée par l'abscisse  $x$  à l'instant  $t$  (figure 1).

**3.1 Etude dynamique**

A l'aide d'un dispositif approprié, le groupe d'élèves a enregistré les variations de l'abscisse  $x$  en fonction du temps (figure 2).

**3.1.1** Reproduire la figure 1 sur la copie et représenter les forces qui s'exercent sur le solide (S). (0,75 pt)

**3.1.2** Par application du théorème du centre d'inertie, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse  $x$  du solide. (0,25 pt)

**3.1.3** L'équation horaire  $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$  est une solution de l'équation différentielle.

**3.1.3.1** Déterminer en exploitant la courbe  $x = f(t)$  (figure 2), l'élongation maximale ( $X_m$ ), la période propre ( $T_0$ ) et la phase à l'origine ( $\varphi$ ). (0,75 pt)

**3.1.3.2** En déduire l'équation horaire numérique  $x(t)$  et la valeur de la constante de raideur  $k$ . (0,5pt)

**3.2 Etude énergétique**

Le graphe représentant la variation de l'énergie potentielle  $E_p$  du système (solide + ressort) en fonction de la vitesse  $v$  du centre d'inertie est donné à la figure 3.

La référence pour l'énergie potentielle de pesanteur est la surface de la table et celle de l'énergie potentielle élastique est la position d'équilibre O choisie comme origine du repère.

**3.2.1** Donner l'expression de l'énergie mécanique  $E$  du système en fonction de la constante de raideur  $k$ , de la masse  $m$ , de l'abscisse  $x$  et de la vitesse  $v$ . (0,25 pt)

**3.2.2** Etablir l'expression de l'énergie mécanique du système en fonction de  $k$  et  $X_m$ . (0,25 pt)

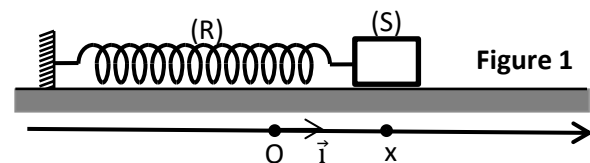


Figure 1

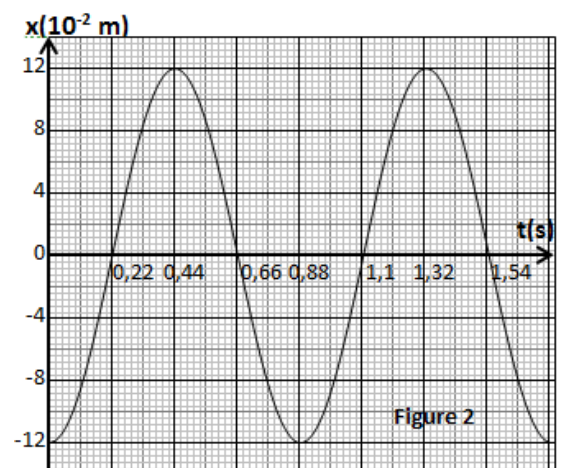


Figure 2

(0,75 pt)

(0,25 pt)

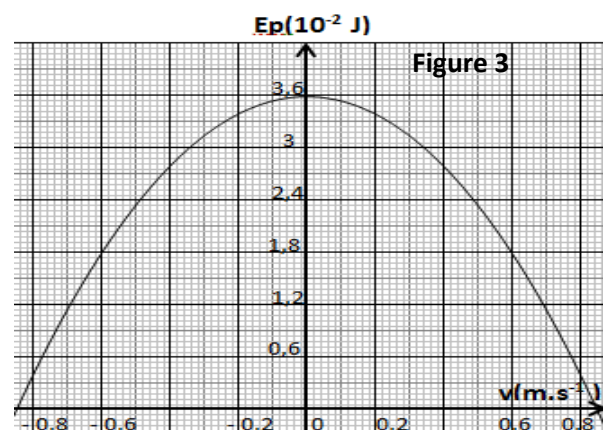


Figure 3

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**3.2.3.** A partir de la courbe  $E_p = f(v)$  (**figure 3**), déduire la valeur de l'énergie mécanique  $E$  et déterminer la valeur de la constante de raideur  $k$ . **(0,5 pt)**

**3.2.4.** Déterminer les abscisses  $x$  et les vitesses  $v$  lorsque l'énergie cinétique est égale à l'énergie potentielle ( $E_p = E_c$ ). **(0,75 pt)**

**EXERCICE 4 (04 points)**

Des bobines sont souvent combinées avec d'autres composants électroniques dans une variété de dispositifs pour, entre autres usages, stocker de l'énergie et créer le pic de tension nécessaire pour allumer une lampe à décharge. On se propose d'étudier le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine, de déterminer son inductance et l'énergie électromagnétique emmagasinée.

**4.1** Un solénoïde de longueur  $\ell = 30$  cm, d'inductance  $L$  comportant  $N = 500$  spires circulaires de rayon  $r = 2,5$  cm est parcouru par un courant d'intensité  $I = 25$  mA dont le sens est indiqué sur la figure 4. On donne : la perméabilité du vide  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  SI.

**4.1.1** Reproduire la **figure 4** sur la copie puis représenter le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  au point O et préciser les faces Nord et Sud du solénoïde.

Calculer la valeur de l'intensité de  $\vec{B}$

**(0,75 pt)**

**4.1.2** L'axe horizontal du solénoïde est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. On place une aiguille aimantée au point O en l'absence de courant électrique. Ensuite on fait passer un courant électrique d'intensité  $I = 25$  mA dans le solénoïde. L'aiguille tourne d'un angle  $\alpha$ .

Reproduire la figure précédente et représenter au point O la composante horizontale  $\vec{B}_H$  du champ magnétique terrestre. Déterminer la valeur de  $\alpha$ .

On donne  $B_H = 2 \cdot 10^{-5}$  T.

**(0,75 pt)**

**4.2** Cette bobine d'inductance ( $L$ ) et de résistance négligeable est insérée en série dans un circuit comprenant un générateur de tension continue ( $E$ ) et un résistor de résistance ( $R$ ) (**Figure 5**).

On donne  $E = 12$  V et  $R = 150$   $\Omega$

**4.2.1** Etablir l'expression de l'inductance du solénoïde en fonction de  $N$ ,  $\ell$ ,  $r$  et  $\mu_0$ . Calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

**4.2.2** Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant  $i(t)$ . **(0,75 pt)**

**4.2.3** Vérifier que  $i(t) = I_p (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  est solution de cette équation différentielle. Où  $I_p$  et  $\tau$  sont des constantes qu'on exprimera en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $L$ . **(0,75 pt)**

**4.2.4** Calculer l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le solénoïde après une durée  $t = \tau$ . **(0,5 pt)**

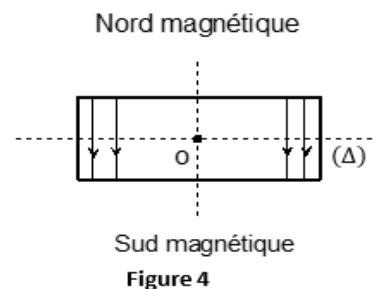


Figure 4

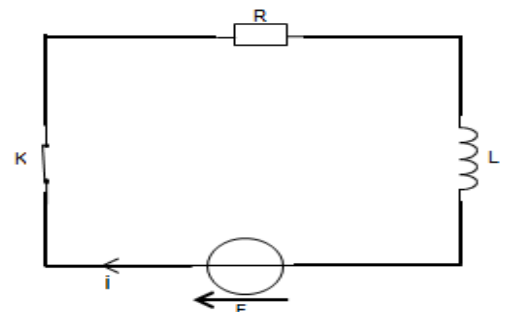


Figure 5

**EXERCICE 5 (04 points)**

L'idée que la matière est composée de particules insécables « atomes » a traversé les siècles en étant parfois rejetée et parfois acceptée. Par la suite des scientifiques ont trouvé que l'atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons. En 1913, Niels Bohr propose le premier modèle décrivant les niveaux d'énergie des atomes.

**Données :** constante de Planck :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s ; célérité de la lumière :  $c = 3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> ; 1 eV =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J

Le diagramme de la **figure 6** représente, sans souci d'échelle, certains niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

L'énergie d'un niveau est donnée par la relation  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$  où  $E_0 = 13,6$  eV et  $n$  un entier non nul.



**5.1.** Donner la valeur de l'énergie de l'atome d'hydrogène à l'état fondamental. **(0,25 pt)**

**5.2** L'atome d'hydrogène, pris à l'état  $n = 2$ , est éclairé par une lumière dichromatique dont les longueurs d'onde des radiations composées valent  $\lambda_{\text{rouge}} = 657 \text{ nm}$  et  $\lambda_{\text{vert}} = 520 \text{ nm}$ . L'une des radiations est absorbée. Laquelle ? Justifier votre réponse. **(0,5 pt)**

**5.3** L'atome d'hydrogène passe maintenant d'un niveau  $n$  à un niveau  $p$  avec  $p < n$ .

**5.3.1** Montrer que, pour cette transition, la longueur d'onde correspondante est donnée par l'expression

$$\frac{1}{\lambda_{n,p}} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ où } R_H \text{ est la constante de Rydberg qu'on exprimera en fonction de } E_0, h \text{ et } c. \quad \mathbf{(0,5 \text{ pt})}$$

**5.3.2** L'atome d'hydrogène passe de l'état  $n = 4$  à un état inférieur  $p$  en émettant un photon de longueur d'onde  $\lambda = 1,86 \mu\text{m}$ . Déterminer  $p$ . **(0,25 pt)**

**5.4** On désire ioniser l'atome d'hydrogène pris à son état fondamental.

Déterminer la longueur d'onde du photon capable d'ioniser l'atome d'hydrogène dans ces conditions. **(0,75 pt)**

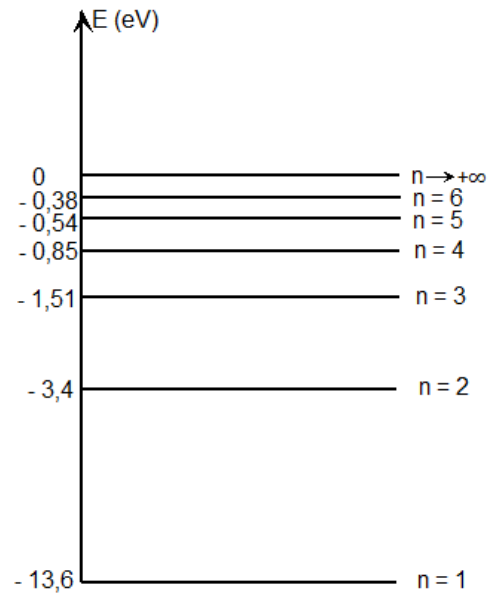


Figure 6

**5.5** L'atome d'hydrogène émet une radiation de longueur d'onde  $\lambda = 652 \text{ nm}$ . Ce rayonnement est utilisé pour éclairer deux sources secondaires cohérentes  $S_1$  et  $S_2$ . On observe des franges d'interférences sur un écran E orthogonal au plan médiateur de  $S_1S_2$ , situé à la distance  $D = 1 \text{ m}$  avec  $S_1S_2 = a$ . La projection du milieu de  $S_1S_2$  sur l'écran E est O (**figure 7**).

**5.5.1** Préciser l'aspect des franges sur l'écran. **(0,25 pt)**

**5.5.2** Définir l'interfrange  $i$ . Démontrer que son expression est :  $i = \frac{\lambda D}{a}$ . **(2X0,25 pt)**

**5.5.3** La distance entre la frange centrale et la dixième frange sombre est  $d = 3,423 \text{ mm}$ . Déterminer  $a$ . **(01pt)**

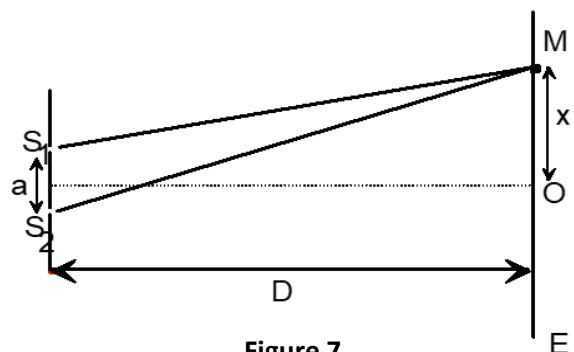


Figure 7

**FIN DE SUJET**



Corrigé preuve du 1<sup>er</sup> groupe

**SCIENCES PHYSIQUES**

**Exercice 1 (4 points)**

**1.1** les formules semi-développées

**alcool (A)** :  $M(\text{Alcool A}) = M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) = 60$  soit  $14n + 18 = 60$  et  $n = 3$  ; A :  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

A est un alcool secondaire ; semi-développée est :  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$ .

(0,25pt)

**Ester (E)** :  $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$

(0,25pt)

**Acide (D)** :  $\text{CH}_3\text{COOH}$  acide éthanóïque

(0,25pt)

**Alcool (A)** : propan-2-ol ;

(0,25pt)

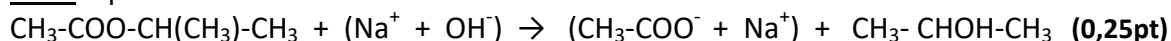
**Ester (E)** : l'éthanoate d'isopropyle ou l'éthanoate de 1-méthyléthyle.

(0,25pt)

**1.2.1** Caractéristiques : La saponification est lente et totale.

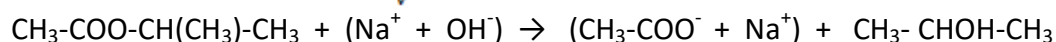
(0,25pt)

**1.2.2** Equation de la réaction



(0,25pt)

**1.3.1** Montrons que  $[\text{Alcool}] = C - \frac{C_a V_a}{V}$



t = 0	$n_0$	$n_0$	0	0
t ≠ 0	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x

D'après le dosage :  $n_0 - x = C_a V_a$  soit  $[\text{Alcool}] = \frac{x}{V} = \frac{n_0 - C_a V_a}{V} = \frac{CV - C_a V_a}{V} = C - \frac{C_a V_a}{V}$

$$[\text{Alcool}] = C - \frac{C_a V_a}{V} \quad (0,25pt)$$

**1.3.2** Complétons le tableau (0,25pt)

Date t (min)	2	4	6	8	10	12	14
Volume $V_a$ (cm <sup>3</sup> )	8,55	7,40	6,80	6,45	6,20	6,00	6,00
$[\text{Alcool}]$ (10 <sup>-3</sup> mol/L)	1,4	2,6	3,2	3,6	3,8	4,0	4,0

$[\text{Alcool}]$  (10<sup>-3</sup> mol.L<sup>-1</sup>)

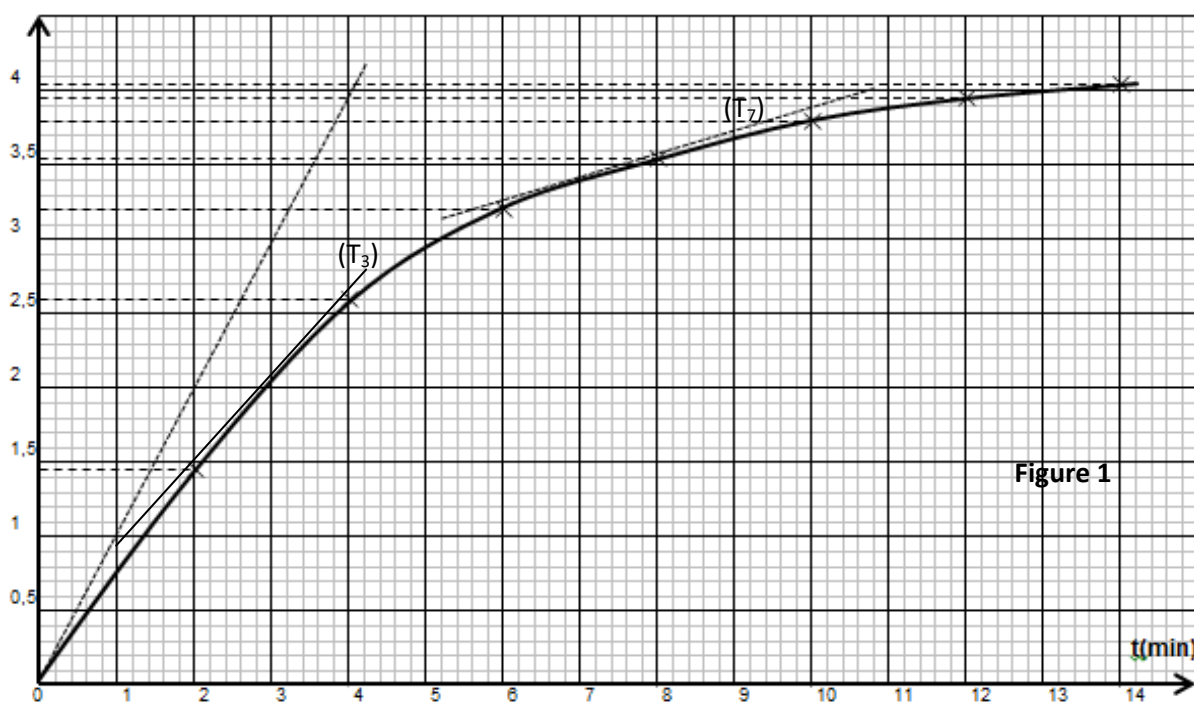


Figure 1

La vitesse instantanée volumique de formation de l'alcool est la dérivée par rapport au temps de la concentration molaire de l'alcool ( $v = \frac{d[\text{Alcool}]}{dt}$ ). (0,25 pt)

**1.3.4** Vitesses de formation aux dates  $t_1 = 3$  et  $t_2 = 7$  min.

$v(A)_{t_1} = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$  ;  $v(A)_{t_2} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ . (2x0,25 pt)

Evolution de la vitesse de formation et facteur cinétique responsable.

La vitesse diminue à cause de la diminution de la concentration des réactifs. (2x0,25pt)

### Exercice 2 (4 points)

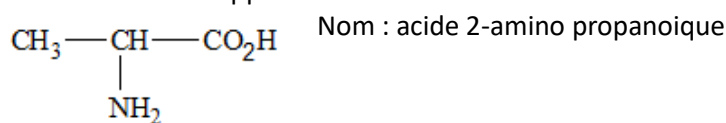
**2.1** La formule brute A

$C_xH_yO_2N$   $\frac{M}{100} = \frac{14}{\%N}$  donc  $M = 89 \text{ g.mol}^{-1}$

$\frac{M}{100} = \frac{12x}{\%C} \Rightarrow x = 3$  ;  $\frac{M}{100} = \frac{y}{\%H} \Rightarrow y = 7$  donc on la formule brute de A est

$C_3H_7O_2N$  (0,5pt)

**2.2** Formule semi-développée et nom de A



(2x0,25pt)

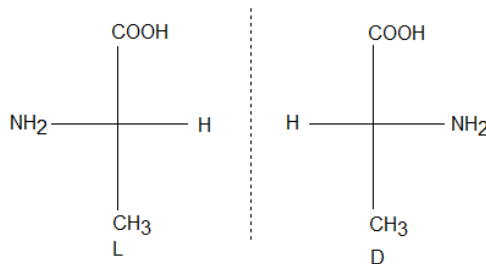
**2.3** Chiralité de la molécule de A.

La molécule est chirale car contient un seul carbone asymétrique.

(0,5pt)

**2.4** Représentation de Fischer des deux énantiomères.

(0,5 pt)

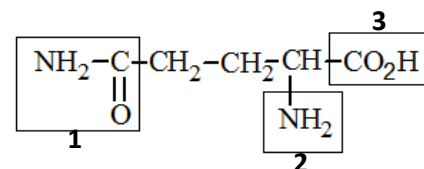


**2.5**

**2.5.1** les fonctions chimiques

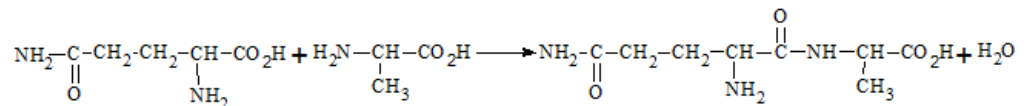
1 : Amide, 2 : amine et 3 : acide carboxylique.

(0,75pt)



**2.5.2** Equation-bilan de la synthèse du dipeptide

(0,5pt)



**2.5.3** Masse de glutamine

$M(\text{Dipeptide}) = 217 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(A) = 89 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{Glu}) = 146 \text{ g.mol}^{-1}$

$$r = \frac{n_{\text{dipeptide}}}{n_{\text{glu}}} = \frac{m_{\text{dipeptide}} \cdot M_{\text{glu}}}{M_{\text{dipeptide}} \cdot m_{\text{glu}}} \Rightarrow m_{\text{glu}} = \frac{m_{\text{dipeptide}} \cdot M_{\text{glu}}}{M_{\text{dipeptide}} \cdot r} \Rightarrow m_{\text{glu}} = \frac{110 \cdot 146}{217 \cdot 0,75} = 98,7 \text{ (0,75pt)}$$

$$m_{\text{glu}} = 98,7 \text{ g}$$

### Exercice 3

(4 points)

**3.1 Etude dynamique**

**3.1.1** Représentation des forces qui s'exercent sur (S)

(0,75pt)

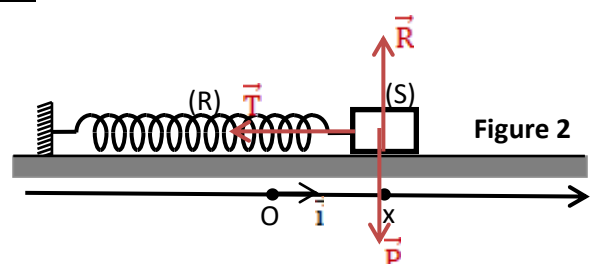


Figure 2

### 3.1.2 Equation différentielle

T.C.I appliquée à (S) :  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$

Projection sur  $\vec{i}$  :  $-T = ma \Rightarrow -kx = m\ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

(0,25pt)

### 3.1.3.1 Détermination de $X_m$ , $T_0$ et $\varphi$

D'après l'oscillogramme :

$X_m = 12 \text{ cm}$	$T_0 = 0,88 \text{ s}$
-----------------------	------------------------

(2x0,25pt)

à  $t = 0$   $x_0 = X_m \cos \varphi = -12 \text{ cm} \Rightarrow \cos \varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi$

(0,25pt)

### 3.1.3.2 Equation horaire numérique

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0,88} = 7,1 \text{ rad.s}^{-1}$$

$x(t) = 12 \cdot 10^{-2} \cos(7,1 t + \pi)$
---

(0,25pt)

### Valeur de k.

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = 4\pi^2 \frac{m}{T_0^2} \text{ AN : } k = 4\pi^2 \frac{0,1}{0,88^2} = 5,09$$

$k = 5,1 \text{ N.m}^{-1}$
----------------------------

(0,25pt)

### 3.2 Etude énergétique.

#### 3.2.1 Expression de l'énergie mécanique.

$$E = E_c + E_p; E_c = \frac{1}{2}mv^2 \text{ et } E_p = E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2 \text{ (} E_{pp} = 0 \text{)} \Rightarrow$$

$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$
---

(0,25pt)

#### 3.2.2 Expression de l'énergie mécanique en fonction de k et $X_m$ .

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2; x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \text{ et } v = -X_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow$$

$$E = \frac{1}{2}mX_m^2 \omega_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}kX_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi); m\omega_0^2 = k \Rightarrow$$

$$E = \frac{1}{2}kX_m^2 [\sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \cos^2(\omega_0 t + \varphi)]$$

$E = \frac{1}{2}kX_m^2$
-------------------------

(0,25pt)

#### 3.2.3 Dédution de la valeur de E

D'après graphe  $E = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$  ( $E = E_{pmax}$ )

$$E = \frac{1}{2}kX_m^2 \Rightarrow$$

$E = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad (0,25 \text{ pt})$
---

$$k = \frac{2E}{X_m^2} = \frac{2 \cdot 3,6 \cdot 10^{-2}}{0,12^2} = 5$$

$k = 5 \text{ N/m} \quad (0,25 \text{ pt})$
---

#### 3.2.4 Abscisses et vitesses pour $E_p = E_c$

$$E = E_c + E_p \text{ or } E_c = E_p \Rightarrow E = 2E_p = 2E_c \Rightarrow E_c = E_p = \frac{E}{2} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{E}{2}$$

$$x = \pm \sqrt{\frac{E}{k}} = \pm \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^{-2}}{5}} = \pm 8,5$$

$x = \pm 8,5 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ pt})$
---

$$v = \pm \sqrt{\frac{E}{m}} = \pm \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^{-2}}{0,1}} = \pm 0,6 \text{ m.s}^{-1}$$

$V = \pm 0,6 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,25 \text{ pt})$
--

#### Exercice 4

(4 points)

**4.1.1** Représentation de  $\vec{B}$  ; indication des faces du solénoïde et calcul B.

- Représentation de  $\vec{B}$  et indication des faces (**figure 4**) (2x 0,25pt)
- Intensité de  $\vec{B}$

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I = 5,24 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

(0,25pt)

**4.1.2** Représentation de la composante horizontale  $\vec{B}_H$  du champ magnétique terrestre au point O.

(0,25pt)

Détermination de l'angle  $\alpha$

$$\tan \alpha = \frac{B}{B_H} = \frac{5,24 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-5}}$$

$$\Rightarrow \alpha = 69^\circ \quad (0,5\text{pt})$$

**4.2.1** Expression inductance L et valeur de L

$$\phi = N \vec{B} \cdot \vec{S} = N B S = \mu_0 \frac{N^2}{l} S I \text{ et } \phi = L I \Rightarrow$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi r^2 \quad (0,25\text{pt})$$

$$L = 2,06 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 2,06 \text{ mH} \quad (0,25\text{pt})$$

**4.2.2** Equation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i(t).

$$u_R + u_L = E \quad (\text{Figure 6})$$

$$Ri + L \frac{di}{dt} = E$$

(0,75pt)

**4.2.3** Vérification de  $i(t) = I_p (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  et Expressions de  $I_p$  et  $\tau$  en fonction de E, R et L.

$$Ri + L \frac{di}{dt} = RI_p \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + \frac{LI_p}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \left(\frac{L}{\tau} - R\right) I_p e^{-\frac{t}{\tau}} + RI_p \quad (0,25\text{pt})$$

Par identification

$$Ri + L \frac{di}{dt} = E$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \frac{L}{\tau} - R = 0 \\ RI_p = E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \tau = \frac{L}{R} \\ I_p = \frac{E}{R} \end{cases} \quad (2x 0,25\text{pt})$$

**4.2.4** Valeur de l'énergie emmagasinée dans le solénoïde

$$E = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} LI_p^2 (1 - e^{-1})^2 = \frac{0,63^2 L E^2}{2 R^2} = 2,616 \cdot 10^{-6}$$

$$E = 2,616 \cdot 10^{-6} \text{ J} \quad (0,5\text{pt})$$

#### Exercice 5 (4 points)

**5.1** Valeur de l'énergie de l'atome d'hydrogène à l'état fondamental

D'après diagramme :

$$E_1 = -13,6 \text{ eV} \quad (0,25\text{pt})$$

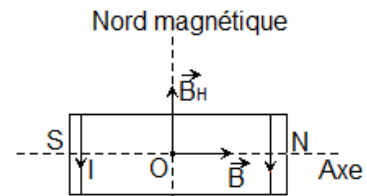
**5.2** Radiation absorbée

$$E_n - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{2,n}} \Rightarrow \lambda_{2,3} = \frac{36hc}{5E_0} = 657 \text{ nm}$$

C'est la radiation rouge  $\lambda = 657 \text{ nm}$  qui est absorbée.

(0,5pt)

**5.3.1** Montrons la longueur d'onde qui correspond à la transition s'exprime par  $\frac{1}{\lambda_{p,n}} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2}\right)$



Sud magnétique

Figure 4

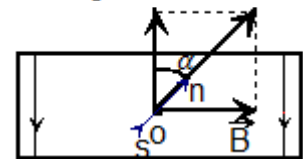


Figure 5

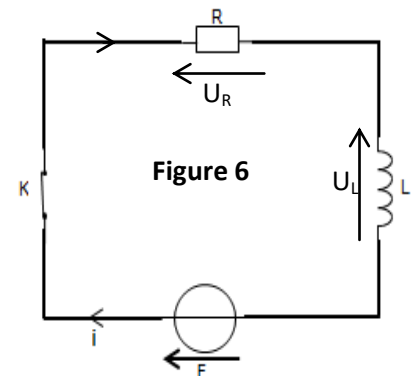


Figure 6

$$E_n - E_p = \frac{hc}{\lambda_{p,n}} = E_0 \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{p,n}} = \frac{E_0}{hc} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

En posant  $R_H = \frac{E_0}{hc}$ , on a  $\frac{1}{\lambda_{p,n}} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

(2x0,25pt)

**5.3.2** calculs de p

$$\frac{1}{\lambda_{p,n}} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ donc } \frac{hc}{\lambda E_0} = \frac{1}{p^2} - \frac{1}{16} \text{ ainsi } \frac{hc}{\lambda E_0} + \frac{1}{16} = \frac{1}{p^2}$$

$$p = \sqrt{\frac{16\lambda E_0}{\lambda E_0 + 16 hc}}$$

$$p = \sqrt{\frac{16 \times 1,86 \cdot 10^{-6} \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,86 \cdot 10^{-6} \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} + 16 \times 6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}} = 3$$

$p = 3$

(0,25pt)

**5.4** Longueur d'onde capable d'ioniser l'atome d'hydrogène à partir de son état fondamental.

$$\frac{1}{\lambda_{1,\infty}} = 1,095 \cdot 10^7 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) = 1,095 \cdot 10^7$$

$\lambda_i = 9,13210^{-8} m = 91,32 \text{ nm}$

(0,75pt)

**5.5**

**5.5.1** Aspect des franges.

Les franges d'interférence sont alternativement brillantes et sombres.

(0,25 pt)

**5.5.2** Définition de l'interfrange i et établissement de l'expression  $i = \frac{\lambda D}{a}$

L'interfrange i est la distance qui sépare deux franges consécutives de même nature.

(0,25pt)

Position du milieu d'une frange brillante  $x = k \frac{\lambda D}{a}$ .

$$i = \frac{(k+1)\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

$i = \frac{\lambda D}{a}$

(0,25pt)

**5.5.3** Détermination de la distance a qui sépare les deux sources  $S_1$  et  $S_2$

$$d = 9,5i = 9,5 \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow a = 9,5 \frac{\lambda D}{d} = 9,5 * \frac{652 \cdot 10^{-9} \times 1}{3,42310^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-3} m$$

$a = 1,8 \cdot 10^{-3} m = 1,8 \text{ mm}$

(1pt)



**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe****SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (04 POINTS)**

Un groupe d'élèves se propose d'étudier la cinétique de la réaction d'hydrolyse de l'ester, le propanoate d'éthyle. Pour ce faire, il prépare dix échantillons qu'il introduit dans des erlenmeyers. Chaque échantillon contient 9,0 mL d'eau et  $n_0 = 0,1$  mol de propanoate d'éthyle à l'instant initial  $t = 0$ .

A cet instant  $t = 0$ , les erlenmeyers sont placés dans une étuve dont la température est maintenue à la température de 80 °C.

A la date  $t$ , un erlenmeyer est retiré et placé dans de l'eau glacée. L'acide carboxylique formé dans l'erlenmeyer est alors dosé, en présence de phénolphthaléine, par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) de concentration molaire  $C_b = 3,0 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Les résultats expérimentaux sont présentés dans le tableau suivant où  $V_b$  représente le volume d'hydroxyde de sodium à l'équivalence et  $n_E$  la quantité de matière d'ester restant dans l'échantillon à l'instant  $t$ .

t(min)	0	10	20	30	40	60	90
$V_b(\text{mL})$	0,0	3,7	7,5	10,2	12,5	16,0	19,2
$n_E(\text{mol})$							

1.1-Pourquoi les erlenmeyers sont placés dans de l'eau glacée avant chaque dosage ? (0,25pt)

1.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse de l'ester (0,25pt)

1.3-Le mélange initial est-il stœchiométrique ? Justifier. Masse volumique de l'eau  $\rho = 1 \text{ g/mL}$  (0,5pt)

1.4-Ecrire l'équation bilan de la réaction support du dosage. Montrer que la quantité de matière d'ester  $n_E$  restant dans chaque échantillon au moment du dosage est donnée par la relation  $n_E = n_0 - C_b V_b$ .

Compléter le tableau et tracer la courbe  $n_E = f(t)$ . (1,25pt)

1.5-Définir la vitesse instantanée de disparition de l'ester à la date  $t$  et déterminer sa valeur pour  $t_1 = 10 \text{ min}$  et pour  $t_2 = 40 \text{ min}$ . Comment évolue cette vitesse, justifier. (1pt)

1.6-Lorsque l'équilibre est atteint, le volume d'hydroxyde de sodium versé vaut  $V_b = 26,7 \text{ mL}$ .

Déterminer le rendement de la réaction d'hydrolyse. Commenter cette valeur. (0,75pt)

**EXERCICE 2 (04 POINTS)**

*En biochimie les acides  $\alpha$ -aminés jouent un rôle crucial dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules de tous les êtres vivants en tant que constituants des peptides et des protéines.*

**2.1-Détermination de la formule semi-développée d'un acide  $\alpha$ -aminé.**

La formule générale d'un acide  $\alpha$ -aminé est  $\text{R-CH(NH}_2\text{)-COOH}$  où R est un groupe alkyle à déterminer.

Pour déterminer la formule d'un acide  $\alpha$ -aminé noté A, on prélève 20 mL d'une solution de cet acide A que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire 0,05 mol/L.

A l'équivalence le volume d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) versé est de 5 mL.

On sait par ailleurs que la solution de A contient 1,11 g par litre de solution de cet acide  $\alpha$ -aminé.

2.1.1-Déterminer la concentration molaire de la solution d'acide aminé. (0,5pt)

2.1.2-En déduire sa masse molaire. (0,5pt)

2.1.3-Déterminer la formule semi-développée et le nom systématique de l'acide  $\alpha$ -aminé A. (0,75pt)

2.1.4-Montrer que l'acide aminé A possède un carbone asymétrique. Donner la représentation de Fischer des énantiomères de cet acide aminé A. (0,75pt)

2.1.5-En solution aqueuse l'acide aminé A se trouve entre autre sous forme d'un ion dipolaire. Ecrire la formule semi-développée de l'ion dipolaire. (0,25 pt)

**2.2-Formation d'un dipeptide.**

On prépare un dipeptide avec l'acide  $\alpha$ -aminé A et un autre acide  $\alpha$ -aminé B de formule  $\text{R'-CH(NH}_2\text{)-COOH}$  où R' est un groupe alkyle.

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe

La masse molaire du dipeptide obtenu par condensation des deux acides  $\alpha$ -aminés est  $M = 188 \text{ g/mol}$ .

**2.2.1**-En déduire la formule semi-développée et le nom systématique de l'autre l'acide  $\alpha$ -aminé sachant que sa molécule renferme deux groupes méthyles. (0,75pt)

**2.2.2**-Donner l'équation-bilan de la réaction de condensation du dipeptide dans laquelle l'acide  $\alpha$ -aminé A est l'acide N-terminal. (0,5pt)

**Masses molaires atomiques en g/mol :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{N}) = 14$**

**EXERCICE 3 (04 POINTS)**

**Données : la constante de gravitation  $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$  ; le rayon de saturne  $R_s = 58\,232 \text{ km}$ .**

La planète Saturne est la 6<sup>ème</sup> planète du système solaire par ordre d'éloignement par rapport au Soleil et la 2<sup>ème</sup> plus grande par la taille et la masse. Elle possède en plus le plus grand nombre de satellites naturels.

La planète Saturne est assimilée à une sphère de masse  $M$  possédant une répartition sphérique de masse.

Le mouvement d'un de ses satellites, supposé ponctuel, de masse  $m$ , est étudié dans un repère ayant pour origine le centre  $O$  de la planète et pour axes, trois axes dirigés vers 3 étoiles fixes, supposées suffisamment éloignées.

**3.1**-Enoncer la loi de gravitation universelle. (0,5pt)

**3.2**-On considérera que le mouvement du satellite étudié autour de la planète Saturne est circulaire

**3.2.1**-Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,5pt)

**3.2.2**-Déterminer la vitesse  $V$  et la période  $T$  du satellite en fonction de  $K$ ,  $r$  et  $M$ . (0,5pt)

Montrer que le rapport  $\frac{r^3}{T^2}$  est constant. (0,25pt)

**3.3**-Mimas est un satellite naturel de Saturne qui a une période de révolution  $T = 22,6 \text{ h}$  et une orbite de rayon  $r = 185.500 \text{ km}$ . Calculer la masse  $M$  de Saturne. (0,5pt)

**3.4**-L'expression de l'énergie potentielle d'un satellite dans le champ de gravitation de Saturne est

$$E_p = - \frac{KMm}{r} \text{ . (La référence des énergies potentielle de gravitation est choisie à l'infini).}$$

**3.4.1**-L'affirmation suivante « plus le satellite s'éloigne de Saturne, plus l'énergie potentielle du système Saturne –satellite croît » est-elle vraie ? Justifier. (0,5 pt)

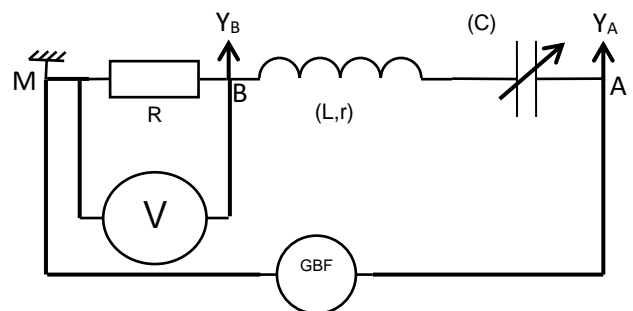
**3.4.2**-Etablir l'expression de l'énergie mécanique du satellite en fonction de  $K$ ,  $M$ ,  $m$  et  $r$ . (0,5 pt)

**3.4.3**-On lance un satellite artificiel de masse  $m = 50 \text{ tonnes}$  à partir de la surface de Saturne. Déterminer la vitesse de lancement  $V_s$  avec laquelle il faut propulser le satellite pour qu'il tourne autour de Saturne sur la même orbite que Mimas. Les frottements sont supposés négligeables. (0,75 pt)

**EXERCICE 4 (04 POINTS)**

Un groupe d'élèves a réalisé, sous la supervision de leur professeur, le circuit électrique schématisé sur la **figure 1** qui comporte :

- Un générateur de basses fréquences (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale de valeur instantanée  $u_{AM} = u = U_m \cos(2\pi Nt)$
- Un conducteur ohmique de résistance  $R = 20 \, \Omega$  ;
- Un condensateur de capacité  $(C)$  réglable ;
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r = 8,3 \, \Omega$  ;
- Un voltmètre  $(V)$ .



**Figure 1**

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe

4.1-Dans une première expérience, le groupe fixe la capacité du condensateur sur la valeur  $C_1$ .  
La **figure 2** représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages indiqués.

N.B : les échelles sont les mêmes pour les 2 courbes.

4.1.1-Identifier en justifiant, parmi les courbes (1) et (2), celle représentant  $u_R(t)$ . (0,5 pt)

4.1.2-Déterminer la valeur de la tension maximale  $U_m$  et celle de la fréquence  $N$  du GBF. (0,5 pt)

4.1.3-Déterminer la valeur de l'impédance  $Z$  du circuit et le déphasage de l'intensité  $i(t)$  par rapport à la tension  $u$ . (1pt)

4.1.4-Ecrire l'expression numérique de l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant électrique dans le circuit. (0,5pt)

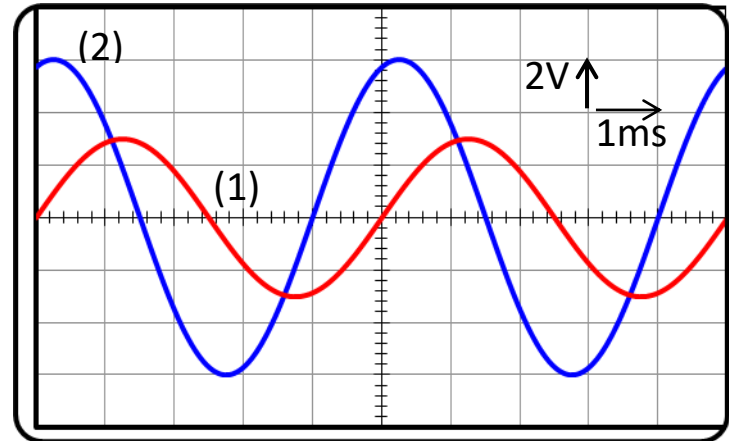


Figure 2

4.2-Dans une deuxième expérience, le groupe fixe la capacité  $C$  du condensateur sur la valeur  $C_2 = 10 \mu F$ , tout en gardant les mêmes valeurs de  $N$  et de  $U_m$ . Le voltmètre indique alors la valeur  $U_{BM} = 3V$ .

4.2.1-Montrer que le circuit est dans un état de résonance électrique. (0,5pt)

4.2.2-Déterminer la valeur de l'inductance  $L$  et celle du facteur de qualité  $Q$  du circuit. (01pt)

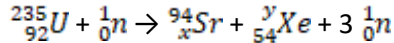
### EXERCICE 5 (04 POINTS)

A la suite du choc entre une particule  $\alpha$  (noyau d'hélium  ${}^4_2He$ ) et un noyau de béryllium  ${}^9_4Be$ , il se forme un élément  $X$  et une émission d'un neutron  ${}^1_0n$ .

5.1-Ecrire l'équation de la réaction nucléaire. Identifier le noyau  $X$  formé en précisant les lois utilisées. (0,5pt)

On donne :  ${}_5B$  ;  ${}_6C$  ;  ${}_7N$  ;  ${}_8O$

5.2-Lorsqu'un neutron heurte un noyau d'uranium 235, il se produit une réaction de fission d'équation :



5.2.1-Définir la fission nucléaire. (0,25pt)

5.2.2-Déterminer, en le justifiant, les valeurs de  $x$  et  $y$ . (0,5pt)

5.2.3-Calculer en MeV, l'énergie libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium 235. (0,5pt)

5.3-Les produits de la fission sont radioactifs et se transmutent en d'autres produits, eux-mêmes radioactifs.

Parmi ces déchets, on trouve le strontium 90 ( ${}^{90}_{38}Sr$ ) radioactif  $\beta^-$ . Sa demi-vie est de 25 ans.

Un échantillon contient 10 mg de strontium 90.

5.3.1-Définir la demi-vie d'un radioélément. (0,25pt)

5.3.2-Ecrire l'équation de désintégration du strontium 90. (0,25pt)

On donne :  ${}_{36}Kr$  ;  ${}_{37}Rb$  ;  ${}_{39}Y$  ;  ${}_{40}Zr$

5.3.3-Déterminer la masse de strontium 90 restante dans l'échantillon 100 ans plus tard. (0,5pt)

5.3.4-Déterminer l'activité  $A_0$  de l'échantillon (0,5pt)

5.4-Au cours de sa désintégration  $\beta^-$ , le strontium 90 émet un photon de longueur d'onde  $\lambda = 121 \text{ nm}$ . Cette radiation est absorbée par un atome d'hydrogène.

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$  où  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$  où  $n$  est un entier positif non nul.

5.4.1-Définir l'énergie d'ionisation et calculer sa valeur pour l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental. (0,25pt)

5.4.2-Déterminer le niveau d'énergie  $E_p$  de l'atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, après absorption du photon de longueur d'onde  $\lambda = 121 \text{ nm}$ . (0,5pt)

Données :

masses des noyaux :  $m({}^{235}_{92}U) = 235,013 \text{ u}$  ;  $m({}^{94}_{38}Sr) = 93,8946 \text{ u}$  ;  $m({}^{139}_{54}Xe) = 138,888 \text{ u}$  ;  $m({}^1_0n) = 1,00866 \text{ u}$  ;

constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ; célérité de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;

constante d'Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .



**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**SCIENCES PHYSIQUES  
CORRIGE SUJET REMPLACEMENT**

**EXERCICE 1 (04 points)**

1.1-Pour stopper (bloquer, ralentir) la réaction d'hydrolyse. (0,25pt)

1.2-Equation bilan :  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (0,25pt)

1.3- $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M} = 0,5 \text{ mol}$ ;  $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{1} > \frac{n(\text{E})}{1}$  : l'eau est en excès. (0,5pt)

1.4-Equation-bilan de la réaction :  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + (\text{Na}^+ + \text{OH}^-) \rightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{Na}^+) + \text{H}_2\text{O}$  (0,25pt)

Montrons que la relation  $n_F = n_o - C_b V_b$ ,

$n_a(\text{restant}) = n_b = C_b V_b$ ;  $n_E = n_o - n_a = n_o - C_b V_b$ . (0,25pt)

(0,25pt)

t(mn)	0	10	20	30	40	60	90
$n_E$ (mmol)	0,100	0,089	0,077	0,069	0,062	0,052	0,042

Courbe (0,5pt)

1.5-Définition :

La vitesse instantanée de disparition de l'ester est l'opposée de la dérivée par rapport au temps du nombre de mole d'ester à la date considérée (0,25 pt)

Valeurs de v ; graphiquement :

$V_1 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$ ;  $V_2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$  (2x0,25pt)

La vitesse diminue au cours du temps avec la concentration des réactifs. (0,25pt)

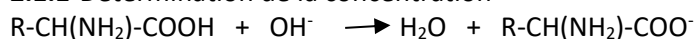
1.6- Le rendement de la réaction :

$$R = \frac{n_a}{n_o} = \frac{C_b V_b}{n_o} \quad \text{AN: } R = 80\%. \quad (0,5pt)$$

Le rendement est élevé (sup à 33%) car l'eau est en excès. (0,25pt)

**EXERCICE 2 (04 points)**

2.1.1-Détermination de la concentration



$$C_a = \frac{C_b V_b}{V_a} \quad \text{AN: } C_a = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L.} \quad (0,5pt)$$

2.1.2- masse molaire M

$$C_a = \frac{C_m}{M}; M = \frac{C_m}{C_a}; M = 89 \text{ g/mol.} \quad (0,5pt)$$

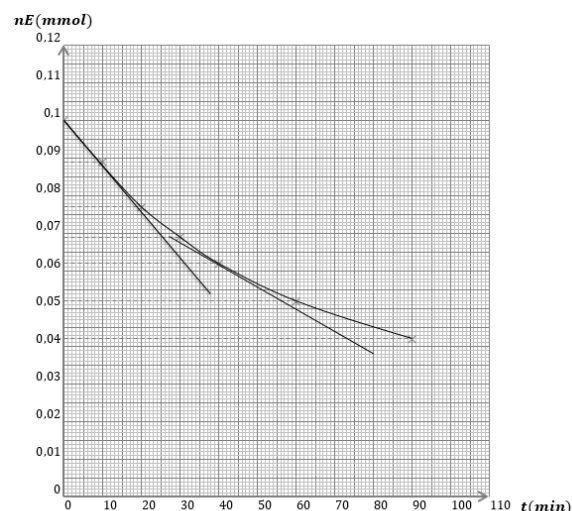
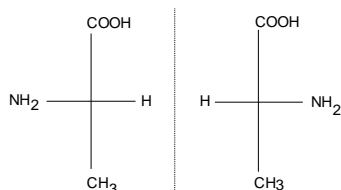
2.1.3-Détermination de la formule.

Si  $\text{R} = \text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  alors  $n = 1$ . Formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$  ; nom : acide 2-aminopropanoïque. (0,75pt)

2.1.4-A a un carbone asymétrique (carbone alpha) car lié à quatre groupes différents.

Représentation de Fischer

(0,75pt)



Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe

**2.1.5-**Formule de l'ion dipolaire.  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_3^+)\text{-COO}^-$  **(0,25pt)**

**2.2.1-** $M = M(\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_3\text{N}_2) + M(\text{R}) \Rightarrow M(\text{R}) = 43 \Rightarrow 14n + 1 = 43 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$

Nom : Acide 2-amino-3-méthylbutanoïque

**(0,75pt)**

**2.2.2-** $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH} + (\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CONH-CH}(\text{COOH})\text{-CH}(\text{CH}_3)_2$   
**(0,5pt)**

**EXERCICE 3 (04 points)**

**3.1-**Deux corps ponctuels de masses respectives  $m$  et  $m'$  et distants de  $r$ , exercent l'un sur l'autre, des forces d'attraction  $\vec{F}$  et  $\vec{F}'$  appelées forces gravitationnelles qui ont :

-même direction,

-des sens contraires

-et même intensité  $F = F' = K \frac{m \cdot m'}{r^2}$ .

**(0,5pt)**

**3.2.1-**Mouvement uniforme

-Système : le satellite

-Référentiel saturnocentrique supposé galiléen

-Bilan des forces :  $\vec{F} = \vec{m}\vec{a}$

-TCI :  $\vec{F} = \vec{m}\vec{a} = \vec{m}\vec{G} \Rightarrow \vec{a} = \vec{G} = -K \frac{m \cdot M}{r^2} \vec{u} \Rightarrow \vec{a}$  est centripète.

$\vec{a} = \frac{dV}{dt} \vec{t} + \frac{V^2}{r} \vec{n}$  ;  $\vec{a}$  est centripète  $\Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{cste}$  : le mouvement du satellite est uniforme.

**(0,5pt)**

**3.2.2-**Vitesse et période du satellite

On a :  $a = \frac{V^2}{r} = K \frac{M}{r^2} \Rightarrow V = \sqrt{K \frac{M}{r}}$  **(0,25pt)**

Et  $T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{K \cdot M}}$  **(0,25pt)**

Rapport constant :  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{K \cdot M}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{r^3}{K \cdot M}$  d'où  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{K \cdot M} = \text{cte}$  **(0,25pt)**

**3.3-**Masse  $M$  de Saturne

$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{K \cdot M} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{K \cdot T^2}$  ;  $M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (185500 \cdot 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (22,6 \cdot 3600)^2} = 5,70 \cdot 10^{26} \text{ kg}$  **(0,5pt)**

**3.4.1-** L'affirmation est vraie car plus  $r$  croît plus  $E_p$  tend vers 0 :  $E_p$  croît car  $E_p$  est négative. **(0,5pt)**

**3.4.2-**  $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} m V^2 - \frac{K M m}{r} = - \frac{K M m}{2r}$  **(0,5 pt)**

**3.4.3-**Déterminons la vitesse  $V_s$  de satellisation

$\frac{1}{2} m V_s^2 - \frac{K M m}{R_s} = - \frac{K M m}{2r}$

$V_s = \sqrt{K M \left( \frac{2}{R_s} - \frac{1}{r} \right)}$  ;  $V_s = 3,32 \cdot 10^4 \text{ m/s}$  **(0,75pt)**

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**EXERCICE 4 (04 points)**

**4.1.1-** La courbe 1 représente  $u_R(t)$  car  $U_{R_{max}} < U_{max}$  (0,5pt)

**4.1.2-**  $U_m = 3 \times 2 = 6 \text{ V}$ ;  $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{5 \times 10^{-3}} = 200 \text{ Hz}$  (2 × 0,25pt)

**4.1.3-**  $Z = \frac{U_m}{I_m}$ ;  $I_m = \frac{U_{Rm}}{R} \Rightarrow Z = \frac{R \times U_m}{U_{Rm}} = \frac{20 \times 3}{1,5} = 40 \Omega$  (0,5pt)

Déphase de  $i$  par rapport à  $u$

$|\varphi| = 2\pi \frac{\tau}{T} = 2\pi \times \frac{1}{5} = \frac{2\pi}{5}$   $u_R(t)$  en retard sur  $u_{AB}(t) \Rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{5} \text{ rad}$  (0,5pt)

**4.1.4-**  $i(t) = I_m \cos(2\pi Nt + \varphi)$ ;  $I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{3}{20} = 0,15 \text{ A}$ ;  $N = 200 \text{ Hz}$ ;  $\varphi = -\frac{2\pi}{5} \text{ rad} \Rightarrow$

$i(t) = 0,15 \cos(400\pi t - \frac{2\pi}{5})$  (0,5pt)

**4.2.1- Etat de résonance**

$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m}{I_{\sqrt{2}}} = \frac{R \times U_m}{U_{BM} \times \sqrt{2}} = \frac{20 \times 6}{3 \times \sqrt{2}} = 28,3 \Omega$ ; or  $Z = R + r = 20 + 8,3 = 28,3 \Omega \Rightarrow$  résonance.

Ou encore  $U_{Cm} = Z_C I_m = \frac{I_m}{2\pi N C_2} = \frac{U_{BM} \times \sqrt{2}}{2\pi N C_2 R} = 16,9 \text{ V} > U_m = 6 \text{ V} \Rightarrow$  résonance. (0,5pt)

**4.2.2- Valeur de L et facteur de qualité Q**

A la résonance  $4\pi^2 N^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 N^2 C} = \frac{1}{4\pi^2 \times 200^2 \times 10 \cdot 10^{-6}} = 0,063 \text{ H}$  (0,5pt)

$Q = \frac{1}{R+r} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{28,3} \sqrt{\frac{0,063}{10^{-5}}} = 2,8$ . Ou encore  $Q = \frac{U_{Cm}}{U_m} = 2,8$  (0,5 pt)

**EXERCICE 5 (04 points)**

**5.1-**  ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{12}_6\text{X}$  (0,25 pt)

Lois de conservation de Soddy

$4 + 9 = 1 + A$  donc  $A = 12$ ;  $Z = 6$

Le noyau formé est celui du carbone  ${}^{12}_6\text{C}$  (0,25 pt)

**5.2.1-** La fission nucléaire est le phénomène par lequel un noyau atomique lourd, sous l'impact d'un neutron, est scindé en deux ou en plusieurs nucléides plus légers. Cette réaction nucléaire s'accompagne de l'émission de neutrons et d'un dégagement d'énergie très important. (0,25pt)

**5.2.2-** Par application des lois de Soddy on a  $x = 38$ ;  $y = 139$  (0,5pt)

**5.2.3-**  $E_{\text{lib}} = [m({}^{235}_{92}\text{U}) - m({}^{94}_{38}\text{Sr}) - m({}^{140}_{54}\text{Xe}) - 2m({}^1_0\text{n})] \times 931,5$

$E_{\text{lib}} = (235,013 - 93,8946 - 138,888 - 2 \times 1,00866) \times 931,5 = 198,48 \text{ MeV}$  (0,5pt)

**5.3.1-** La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se soit désintégrée. (0,25pt)

**5.3.2-**  ${}^{90}_{38}\text{Sr} \rightarrow {}^{90}_{39}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e} + {}^0_0\bar{\nu}$  (0,25pt)

**5.3.3-** Loi de décroissance radioactive  $m = m_0 e^{-\lambda t} = e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{T}} = 0,0625 \text{ g}$  (0,5pt)

Ou encore :  $m = \frac{m_0}{2^4} = 0,625 \text{ g}$

**5.3.4-**  $A_0 = \frac{\ln 2 \times m_0 \times N_A}{T \times M} = \frac{0,69 \times 0,01 \times 6,02 \cdot 10^{23}}{25 \times 365 \times 24 \times 3600} = 5,3 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$  (0,5pt)

**5.4.1-** C'est l'énergie nécessaire qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental pour le porter à l'infini.

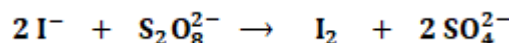
$E_i = 13,6 \text{ eV}$ . (0,25pt)

**5.4.2-**  $E_p = E_1 + \frac{hc}{\lambda} = -5,44 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -3,4 \text{ eV} = E_2 \Rightarrow p = 2$  (0,5 pt)

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe****SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1****(04 points)**

L'iodure de potassium est un sel de l'iode stable non radioactif. L'iode stable est un élément nutritif essentiel dont la thyroïde a besoin en très petites quantités pour fonctionner correctement. Ainsi son absorption permet de se prémunir contre des maladies telles que le goitre et le cancer de la thyroïde.

Les ions iodure ( $I^-$ ) peuvent être également transformés par les ions peroxydisulfate ( $S_2O_8^{2-}$ ) en diiode ( $I_2$ ) selon l'équation-bilan suivante :



Dans cette transformation chimique, il est intéressant de constater que le diiode est la seule espèce chimique colorée, sa couleur en milieu aqueux jaune pâle. Le diiode prend une coloration bleue en présence d'empois d'amidon. Au cours de la réaction entre les ions iodure et les ions peroxydisulfate, le mélange réactionnel devient de plus en plus jaune foncé puis marron.

Un groupe d'élèves, avec l'aide de leur professeur, étudie la cinétique de cette transformation chimique dans le laboratoire de leur lycée.

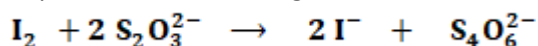
1-1 Quel est le passage du texte qui montre qu'il y a formation progressive du diiode. **(0,25 pt)**

1-2 Montrer que la transformation chimique précédente est une réaction d'oxydo-réduction. On écrira les demi-équations électroniques redox puis on en déduira l'équation-bilan. **(0,75 pt)**

On donne les couples oxydant/réducteur mis en jeu :  $I_2 / I^-$  et  $S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$

1-3 Le groupe a mélangé une solution d'iodure de potassium KI de volume  $V_1$  et de concentration  $C_1$  avec une solution de peroxydisulfate de potassium  $K_2S_2O_8$  de volume  $V_2$  et de concentration  $C_2$ , à un instant pris comme origine des dates. Ce mélange est partagé en dix (10) prélèvements de même volume chacun ;  $V_p = 10$  mL. Après dosages successifs du diiode contenu dans les prélèvements par une solution de thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$  de concentration  $C_0 = 0,1$  mol.L<sup>-1</sup>, le groupe d'élèves trace la courbe  $V_0 = f(t)$  ; ( $V_0$  étant le volume de la solution de thiosulfate versé à l'équivalence). Il obtient la courbe ci-contre. (voir figure 1). La droite en pointillée représente la tangente à l'origine de la courbe.

L'équation-bilan du dosage du diiode s'écrit :



1-3-1 Dans chaque prélèvement, le groupe ajoute un peu d'empois d'amidon avant le dosage.

Quel est le rôle de l'empois d'amidon ? **(0,25 pt)**

1-3-2 Montrer que la quantité de matière de diiode totale formée dans le mélange réactionnel initial s'exprime par :  $n(I_2) = 5 C_0 V$  **(0,5 pt)**

1-3-3 Définir la vitesse instantanée de formation du diiode, puis exprimer cette vitesse en fonction de  $C_0$  et  $V_0$ .

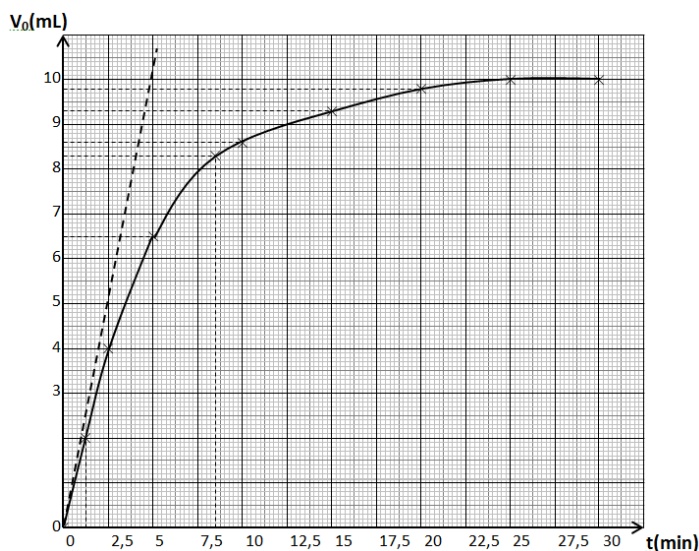
Déterminer sa valeur maximale.

**(0,75 pt)**

1-3-4 Déterminer la quantité de matière de  $I_2$  formée lorsque la réaction entre les ions iodure ( $I^-$ ) et les ions peroxydisulfate ( $S_2O_8^{2-}$ ) est terminée.

**(0,5 pt)**

1-3-5 Le groupe a introduit des quantités d'ions iodure et d'ions peroxydisulfate dans le mélange en proportions stœchiométriques. Déterminer les valeurs de  $C_1$  et  $C_2$  sachant que  $V_2 = 4 V_1$ .

**(1 pt)****FIGURE 1**

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**EXERCICE 2 (04 points) masses molaires atomiques en g/mol  $M(C)=12$  ;  $M(O)=12$  ;  $M(H)=1$**

Certains produits utilisés pour laver les vitres contiennent des acides. Un laborantin propose d'étudier l'acide éthanoïque contenu dans un lave-vitre trouvé dans le marché.

Pour ce faire, il réalise le dosage d'une solution de volume  $V = 50$  mL de ce produit par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 0,1$  mol/L. Le dosage est suivi par pH-métrie et on obtient les résultats suivants :

Vb(mL)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,5	8,0	8,2	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0
pH	3,20	3,80	4,15	4,45	4,75	4,92	5,21	5,55	5,90	6,60	9,40	10,60	11,00	11,20	11,30	11,37	11,45

2-1 Représenter et annoter le dispositif expérimental du dosage. (0,5 pt)

2.2 Tracer la courbe  $pH = f(V_b)$ ,  $V_b$  étant le volume d'hydroxyde de sodium ajouté. (0,75 pt)

Echelle : 1 cm  $\rightarrow$  1 unité de pH et 1 cm  $\rightarrow$  1 mL

2.3 Déterminer graphiquement les coordonnées du point équivalent. En déduire la force de l'acide (0,5 pt)

2.4 Déterminer la concentration de l'acide dans le lave-vitre. (0,25 pt)

2.5 Déterminer graphiquement la valeur du  $pK_a$  du couple acide-base ( $CH_3COOH/CH_3COO^-$ ). (0,25 pt)

2.6 Quelle est la forme prédominante si  $pH = 3,5$  et si  $pH = 6$  ? (0,5 pt)

2.7 On réalise l'estérification d'un mélange équimolaire de cet acide avec du propan-2-ol.

2-7-1 Ecrire l'équation bilan de la réaction en utilisant les formules semi-développées. (0,25 pt)

2-7-2 Nommer le produit organique obtenu. (0,25 pt)

2-7-3 On considère que 60 % de l'alcool est estérifié et que sa masse volumique est de  $786 \text{ kg/m}^3$ .

Calculer la masse d'ester obtenue à partir d'un volume d'alcool de 40 mL. (0,75 pt)

**EXERCICE 3 (04 points)**

Des élèves de terminale S, à la suite de leur cours de dynamique, s'adonnent à un jeu qui consiste à lancer un solide dans une gouttière et à déterminer la position de chute sur le sol, s'il parvient à passer au-dessus d'un obstacle constitué d'une planche disposée verticalement. Le solide (S), de dimensions négligeables et de masse  $m = 50$  g, glisse sans frottement dans la gouttière ABCD située dans le plan vertical. Le schéma simplifié du dispositif est représenté ci-contre. (Voir figure 2)

AB est un plan incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. On donne  $AB = 1,6$  m.

BCD est un quart de cercle de centre I de rayon  $r = 0,9$  m. Le point C est situé sur la verticale passant par I.

Au premier essai, le solide est abandonné sans vitesse initiale au point A.

3-1 Déterminer la vitesse du solide aux points B, C et D.

(0,75pt)

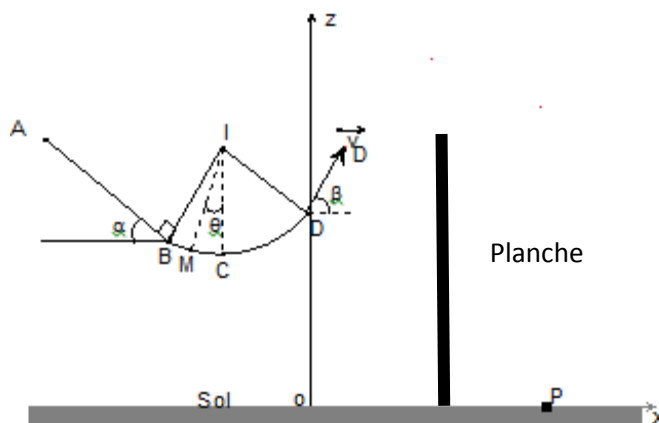


FIGURE 2

3-2 Exprimer l'intensité  $R$  de la réaction exercée par la piste sur le solide (S) au point M situé entre B et C tel que  $(\vec{IM}, \vec{IC}) = \theta$  en fonction de  $VM$ ,  $r$ ,  $g$ ,  $\theta$ ,  $v_M$ ,  $r$ ,  $g$  et  $\theta$ . En déduire sa valeur au point D où  $\theta = 60^\circ$  (0,5 pt)

3-3 Le solide (S) quitte la piste en D avec la vitesse  $v_D = 3 \text{ m.s}^{-1}$  faisant un angle  $\beta = 60^\circ$  avec l'horizontale. Le point D est situé à l'altitude  $z_D = 2$  m du sol horizontal.

3-3-1 Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de (S) à partir de D dans le repère (O, x, z).

(0,5 pt)



3-3-2 La planche de hauteur  $h = 2,2 \text{ m}$  est située à l'abscisse  $x = 0,3 \text{ m}$ . Le solide passera-t-il au-dessus de la planche ? **(0,5 pt)**

3-3-3 Dans le cas où le solide passe au-dessus l'obstacle, déterminer la distance  $OP$  où  $P$  est le point d'impact du solide (S) sur le plan horizontal. **(0,5 pt)**

3-4-4 En réalité le point d'impact du solide se situe à une distance  $OP' = 0,8 \text{ m}$ . Déterminer la vitesse  $(v'_D)$  du solide au point D. En déduire l'intensité supposée constante des forces de frottement exercées par la piste BCD sur le solide (S). (1pt)

**EXERCICE 4 (04 points)**

Les circuits des appareils électriques utilisés dans plusieurs domaines de la vie courante (jouets, alarmes, télécommandes, chargeurs de téléphones, ...) sont constitués de condensateurs, de bobines, de conducteurs ohmiques, ...

Cet exercice a pour objectif l'étude de :

- La réponse d'un dipôle RL soumis à une tension constante ;
- La réponse d'un dipôle RC soumis à une tension constante ;
- La décharge oscillante d'un condensateur dans une bobine.

Pour cela, on réalise le montage schématisé ci-dessous constitué d'un générateur de f.é.m.  $E = 4,0 \text{ V}$ , de deux conducteurs ohmiques de même résistance  $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ , d'une bobine d'inductance  $L = 1,0 \text{ H}$ , d'un condensateur de capacité  $C = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$  et de trois interrupteurs  $K$  ;  $K_1$  et  $K_2$ .

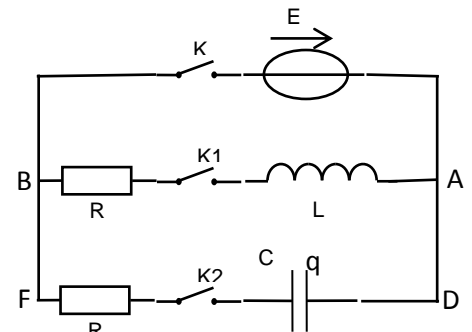
**4-1 Etude du Dipôle RL**

Les interrupteurs  $K$  et  $K_1$  sont fermés,  $K_2$  ouvert.

4-1-1 Qu'est-ce qu'un dipôle RL ? Que vaut la tension aux bornes du dipôle RL de la branche AB ? **(0,5 point)**

4-1-2 Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i_1$  du courant dans la branche AB. **(0,25 point)**

4-1-3 Vérifier que l'expression de l'intensité  $i_1 = \frac{E}{r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  où  $\tau$  est une constante à déterminer, est solution de l'équation différentielle. Quelle est la signification physique de  $\tau$  ? **(0,5 point)**



**4-2 étude du Dipôle RC.**

Le condensateur est initialement déchargé. Les interrupteurs  $K$  et  $K_2$  sont fermés,  $K_1$  ouvert.

4-2-1 Qu'est-ce qu'un dipôle RC ? Que vaut la tension aux bornes du dipôle RC de la branche DF ? **(0,5 point)**

4-2-2 Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge  $q$  du condensateur. **(0,25 point)**

4-2-3 Vérifier que l'expression  $q = CE (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ , où  $\tau$  est une constante à déterminer, est solution de l'équation différentielle. En déduire l'expression de l'intensité  $i_2$  en fonction de la date  $t$ . **(0,5 point)**

4-2-4 Exprimer l'énergie  $\mathcal{E}$  stockée dans le condensateur à la fin de la charge. **(0,25 point)**

**4-3 Etude Dipôle LC.**

Lorsque le régime permanent est établi dans le circuit, on ouvre l'interrupteur  $K$  et on ferme les interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  à une date qui est choisie comme nouvelle origine des dates.

- 4-3-1 Quel est le sens de circulation du courant dans le circuit immédiatement après l'ouverture de l'interrupteur K ? (0,25 point)
- 4-3-2 Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge q. (0,25 point)
- 4-3-3 Que devient cette équation différentielle lorsque les résistances sont négligeables ? Donner une solution de cette équation, puis calculer la période propre  $T_0$  des oscillations électriques. (0,75 point)

.../... 4

## SCIENCES PHYSIQUES

4/4

1G27NA015301  
Séries : S2-S2A- S4-S5

### Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe

#### Exercice 5 (04 points)

**Données :**  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$  ; constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ; vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ; Constante de Rydberg  $R_H = 1,094 \cdot 10^7 / \text{m}$  ; limites du spectre visible :  $400 \text{ nm} \text{ --- } 800 \text{ nm}$  ;  $D = 4 \text{ m}$  et  $S_1 S_2 = 3 \text{ mm}$ . On se propose de déterminer une des longueurs d'onde du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène par 2 méthodes.

##### **5.1- Première méthode : A partir des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.**

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :  $E_n = \frac{-E_0}{n^2}$  avec n étant le nombre quantique principal. Il désigne le niveau de la couche.

**5.1.1** Expliquer brièvement l'expression « niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène ». (0,25 pt)

**5.1.2** Que vaut n quand l'atome d'hydrogène est dans son état fondamental ? (0,25 pt)

**5.1.3** l'énergie d'ionisation d'un atome est l'énergie qu'il faut fournir à un atome neutre pour lui arracher un électron

**5.1.3.1** Calculer, en électronvolts (eV), l'énergie d'ionisation d'un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental ? (0,5 pt)

**5.1.3.2** Déterminer la longueur d'onde maximale de la radiation susceptible d'ioniser l'atome d'hydrogène. (0,5 pt)

##### **5.1.4**

Montrer que pour une transition entre un niveau d'énergie  $E_p$  et un autre niveau d'énergie inférieur  $E_n$  ( $n < p$ ), la relation donnant la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation émise est :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$ .

Calculer  $\lambda$  pour  $n = 2$  et  $p = 5$ . Cette radiation est-elle visible ? (01 pt)

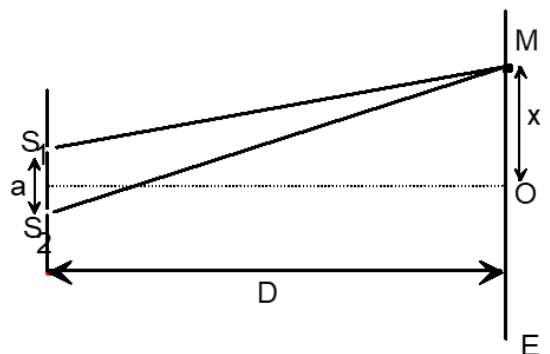
##### **5-2 deuxième méthode : A partir des interférences lumineuses.**

La radiation lumineuse émise par l'atome d'hydrogène lors de sa transition du niveau  $p = 5$  au niveau

$n = 2$  correspond à celle d'un laser utilisé pour éclairer deux sources secondaires  $S_1$  et  $S_2$  des fentes de Young. On observe des franges d'interférence sur un écran E orthogonal au plan médiateur de  $S_1 S_2$  et situé à la distance D de  $S_1 S_2$ .

Soit O la projection du milieu de  $S_1 S_2$  sur l'écran (voir figure 4).

**5-5-1** Etablir l'expression de la différence de marche  $\delta$  en un point M du champ d'interférence tel que  $\overline{OM} = x$ , en fonction de a, x et D.



(0,5 point)

**5-5-2** Qu'appelle-t-on interfrange i ? (0,25 point)

**5-5-3** La distance entre le point O et le milieu de la 10<sup>ème</sup> frange brillante est  $d = 5,8 \text{ mm}$ .

Calculer l'interfrange i. En déduire la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation.

(0,5 point)

FIN DE SUJET

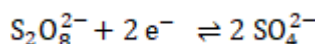
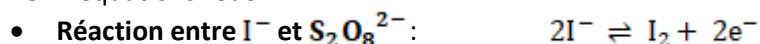
## CORRIGE SUJET 1

### Exercice 1 (4 points)

1.1 Quel est le passage du texte qui montre qu'il y a formation progressive du diiode.

Au cours de la réaction entre les ions iodure et les ions peroxydisulfate, le mélange réactionnel devient de plus en plus jaune foncé puis marron. (0,25 pt)

1.2 Demi-équations redox.



il y a échange d'électrons entre les réactifs

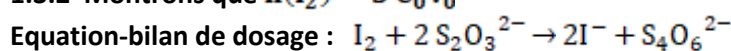
(3 x 0,25 pt)

1.3.1 Rôle de l'empois d'amidon.

L'empois d'amidon permet de déterminer avec plus de précision la fin du dosage.

(0,25 point)

1.3.2 Montrons que  $n(I_2) = 5 C_0 V_0$



$n(I_2) = 10 \times n(I_2)_p$  pour les prélèvements

Equivalence :  $n(I_2)_p = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C_0 V_0}{2} \Rightarrow n(I_2) = 10 * \frac{C_0 V_0}{2} = 5 C_0 V_0$  (0,5 pt)

1.3.3

- Définition de la vitesse instantanée de formation du diiode : la vitesse instantanée de formation du diiode est la dérivée par rapport au temps du nombre de moles de diiode qui se forme (0,25pt)

- Expression de cette vitesse en fonction de  $C_0$  et  $V_0$  :

$v(I_2) = \frac{dn(I_2)}{dt} = 5 C_0 \frac{dV_0}{dt}$  (0,25 pt)

- Valeur maximale de la vitesse :

$v(I_2)_{\max} = 5 C_0 \left( \frac{dV_0}{dt} \right)_0 = 5 * 0,1 * \frac{0,010}{5} = 1.10^{-3} \Rightarrow v(I_2)_{\max} = 1.10^{-3} \text{ mol.min}^{-1}$  (Voir graphe) (0,25 pt)

1.3.4

Quantité de matière de  $I_2$  formé lorsque la réaction est terminée.

$V_{0f} = 10 \text{ mL} \Rightarrow n(I_2)_f = 5 C_0 V_{0f} \Rightarrow n(I_2)_f = 5 * 0,1 * 10^{-2} = !$

. (Voir graphe : la courbe atteint son maximum à  $V_0 = 10 \text{ mL}$ )

(0,5 pt)

1.3.5 Détermination de  $C_1$  et  $C_2$  si  $V_2 = 4 V_1$

- Nombres de mol

$I^-$  et  $S_2O_8^{2-}$  introduits :

$\frac{n(I^-)_0}{2} = n(S_2O_8^{2-})_0 = n(I_2)_f \Rightarrow n(I^-)_0 = 10^{-2} \text{ mol et}$

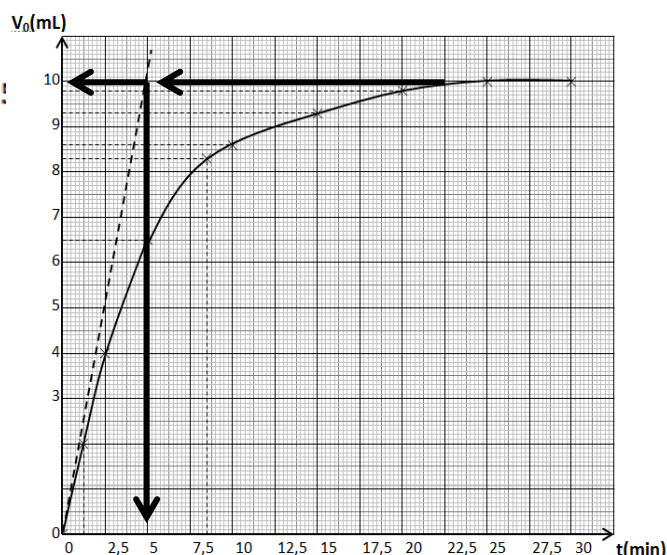
(2 x 0,25 pt)

- Déduction de  $C_1$  et

$C_2$  si  $V_2 = 4 V_1$  :

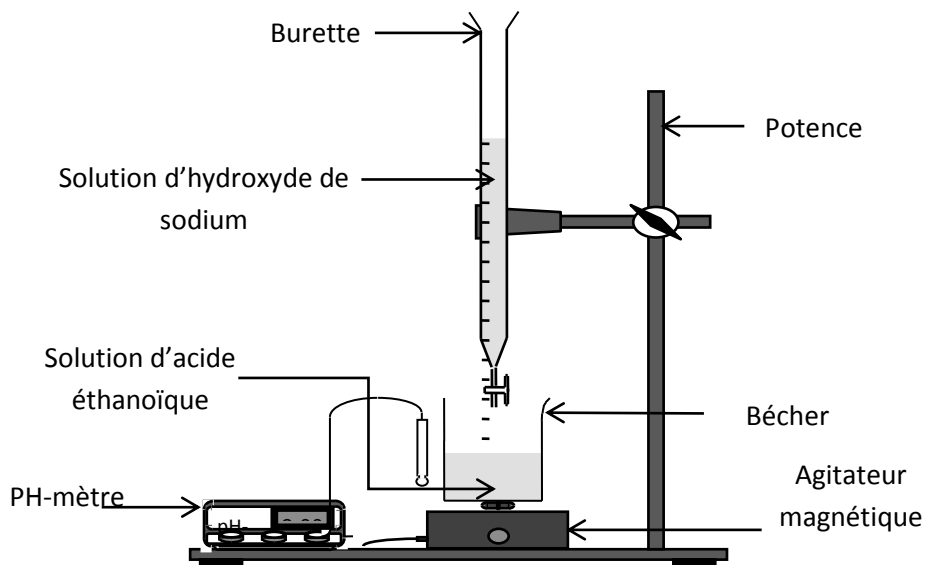
$C_1 = \frac{n(I^-)_0}{V_1} ; V_1 = \frac{V}{5} = \frac{100}{5} = 20 \text{ mL} \Rightarrow C_1 = \frac{1.10^{-2}}{0,02} = 0,5 ; C_1 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  (0,25 pt)

$C_2 = \frac{n(S_2O_8^{2-})_0}{4V_1} = \frac{5.10^{-3}}{0,08} = 0,0625 ; C_2 = 0,0625 \text{ mol.L}^{-1}$  (0,25 pt)

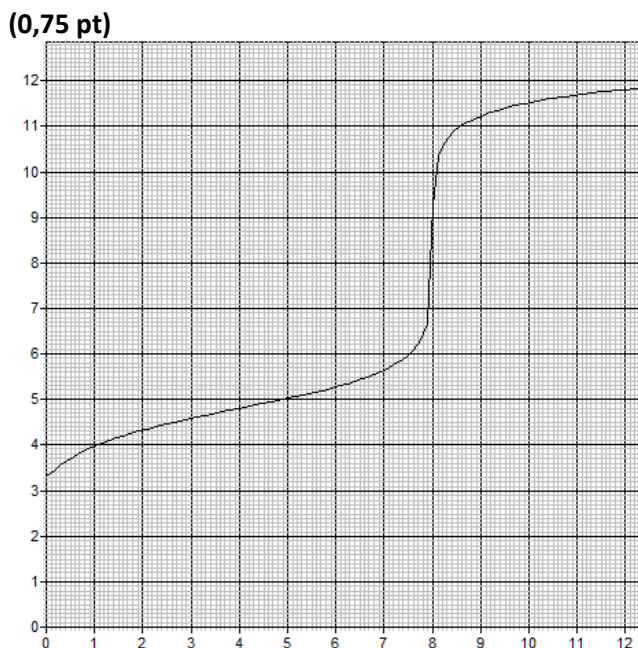


## Exercice 2 (4 points)

### 2.1 Dispositif expérimental. (0,5 pt)



### 2.2 Tracé de la courbe. (0,75 pt)



2.3 Les coordonnées du point équivalent :  $V_E = 8,1$  mL et  $pH_E = 8$ . Le  $pH_E$  est supérieur à 7 car on a une solution basique de  $(CH_3COO^-, Na^+)$ . L'acide éthanoïque est donc un acide faible (0,5 pt)

2.4 La concentration de l'acide dans le lave verre.

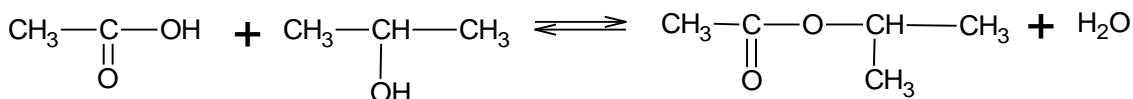
A l'équivalence  $C_a V_a = C_b V_E$  donc  $C_a = C_b V_E / V_a$  AN :  $C_a = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  (0,25 pt)

2.5 Détermination graphique du  $pK_a$ .

C'est la valeur du pH à la demi-équivalence. On trouve  $pK_a = 4,75$  (0,25 pt)

2.6 Si  $pH = 3,5$  la forme prédominante est  $CH_3COOH$ , et si  $pH = 6$  la forme prédominante est  $CH_3COO^-$ . (0,5 pt)

2.7.1 Equation-bilan de l'estérification. (0,25 pt)



2.7.2 Le produit organique obtenu est éthanoate d'isopropyle. (0,25 pt)

### 2.7.3 La masse d'ester obtenue.

Le nombre de mol d'alcool ayant réagi est donné par  $n_{\text{alrea}} = (\rho_{\text{Val}}/\text{Mal}) \cdot (0,6)$  et d'après l'équation bilan  $n_E = n_{\text{alrea}}$  donc la masse d'ester est donnée par  $m_E = (\rho_{\text{Val}}/\text{Mal}) \cdot (0,6) \cdot M_E$

$M_{\text{al}} = 60 \text{ g/mol}$  et  $M_E = 102 \text{ g/mol}$ .

$$m_E = 32 \text{ g}$$

(0,75 pt)

### EXERCICE 3 (4 points)

3.1 Déterminons les vitesses aux points B, C et D.

(0,75 point)

- En B : T.E.C entre A et B :  $\frac{1}{2} m v_B^2 = W(P) + W(R)$  ;  $\frac{1}{2} m v_B^2 = mgh = mgr \sin \alpha$  ;

$$v_B = \sqrt{2gr \sin \alpha} = 4 \text{ m.s}^{-1}.$$

- En C : T.E.C entre B et C :  $\frac{1}{2} m (v_C^2 - v_B^2) = W(P) + W(R)$  ;  $W(P) = mgh = mgr(1 - \cos \alpha)$

$$v_C = \sqrt{v_B^2 + 2gr(1 - \cos \alpha)} = 4,3 \text{ m.s}^{-1}.$$

- En D : T.E.C entre C et D

$$v_D = \sqrt{v_C^2 - 2gr(1 - \cos \beta)} = 3 \text{ m.s}^{-1}.$$

3.2 Expression de la réaction R

(0,75 pt)

$$\text{T.C.I: } \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$$

$$\text{Suivant } \vec{n}: -mg \cos \theta + R = ma_n$$

$$R = mg \cos \theta + m \frac{v_M^2}{r}$$

Valeurs de R en D :  $\theta = 60^\circ$  ;  $R = 0,725 \text{ N}$ .

3.3.1 : Equation cartésienne.

(0,5 pt)

$$\text{T.C.I: } \vec{P} = m\vec{a}; m\vec{a} = m\vec{g}; \vec{a} = \vec{g}; \overrightarrow{OM} \begin{cases} x = V_D t \cos \beta \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + V_D t \sin \beta + z_0 \end{cases}$$

$$z = -\frac{g x^2}{2 v_D^2 \cos^2 \beta} + x \tan \beta + z_D; z = -\frac{20}{9} x^2 + \sqrt{3} x + 2$$

3.3.2 Le solide passe-t-il au-dessus ?

(0,5 pt)

Pour  $x = 0,3 \text{ m}$  ;  $z = 2,32 \text{ m} > 2,2 \text{ m}$  : le solide passe au-dessus.

3.3.3 Distance OP

(0,5 pt)

$$z = 0 \Rightarrow -2,2 x^2 + 1,732 x + 2 = 0; \Delta = 20,6 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 4,54; OP = 1,425 \text{ m}$$

3.3.4

(1 pt)

$$\text{Vitesse: } v'_D = \sqrt{\frac{g x_P^2}{2 \cos^2 \beta (x_P \tan \beta + z_D)}} = 1,94 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$\text{Frottement: } f = \frac{m[v_B^2 - v_D^2 - 2gr(\cos 30^\circ - \cos 60^\circ)]}{-r\pi} = 0,1 \text{ N}$$

### Exercice 4. (4 points)

4.1.1.

(0,5 point)

\* Un dipôle RL est l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine d'inductance L.

\* Tension aux bornes du dipôle RL :  $u_{RL} = u_{AB} = E$

4.1.2. Equation différentielle

(0,25 point)

$$u_{AB} = R i_1 + L di_1/dt = E$$

4.1.3. Vérification

(0,5 point)

$$i_1 = E/R(1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow di_1/dt = E e^{-t/\tau}/R\tau$$

$$\Rightarrow RE/R(1 - e^{-t/\tau}) + LE(e^{-t/\tau})/R\tau = E \Rightarrow E - E e^{-t/\tau} + LE(e^{-t/\tau})/R\tau = E$$

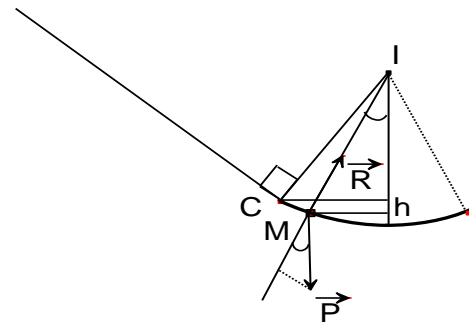
$$L/R\tau = 1 \text{ d'où } L = R\tau \text{ et } \tau = L/R$$

4.1.4. Signification de  $\tau$

$\tau$  représente le temps au bout duquel, l'intensité prend 63% de sa valeur maximale. Il indique la rapidité avec laquelle le régime permanent est atteint.

4.2.1.

(0,5 point)



\* Un dipôle RC est l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C.  $U_{DF} = E$

\*  $U_{DF} = E = q/C + R i_2$

#### 4.2.2. Equation différentielle (0,25 point)

$i_2 = + dq/dt$  (voir figure ci-dessus)

$E = q/C + R dq/dt$

#### 4.2.3. Vérification (0,5 point)

$q = CE(1 - e^{-t/\tau})$ ;  $dq/dt = CE/\tau(e^{-t/\tau})$  d'où  $E = E(1 - e^{-t/\tau}) + RCE/\tau(e^{-t/\tau})$ ;  $E = E - Ee^{-t/\tau} + RCE/\tau(e^{-t/\tau})$ ;  $E e^{-t/\tau} = RCE/\tau(e^{-t/\tau})$ ;  $1 = RC/\tau$  d'où  $\tau = RC$ ;  $i_2 = E(e^{-t/RC})/R$

#### 4.2.4. Energie stockée

(0,25 point)

$E_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ ; à la fin de la charge,  $q = CE$  d'où

$E_C = \frac{1}{2} CE^2 = 17,6 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

#### 4.3.1. Le courant circule dans le sens CABD

(voir figure ci-contre)

(0,25point)

#### 4.3.2.

(0,25 point)

$U_{AB} + U_{BF} + U_{FD} + U_{DA} = 0$

$Ri + L di/dt + 0 - q/C + Ri + 0 = 0$  avec  $i = - dq/dt$  d'où  $i = - dq^2/dt^2$

$- 2Rdq/dt - L dq^2/dt^2 - q/C = 0$

Cela donne  $L\ddot{q} + 2R\dot{q} + q/C = 0$  ou encore

$\ddot{q} + (2R/L)\dot{q} + q/LC = 0$

#### 4.3.3. Equation différentielle

(0,75 point)

\* Avec des résistances négligeables, l'équation différentielle devient :  $\ddot{q} + q/LC = 0$

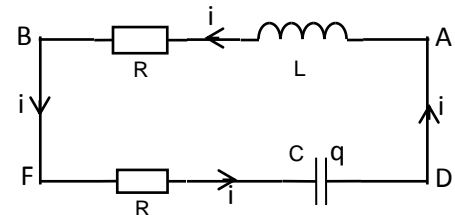
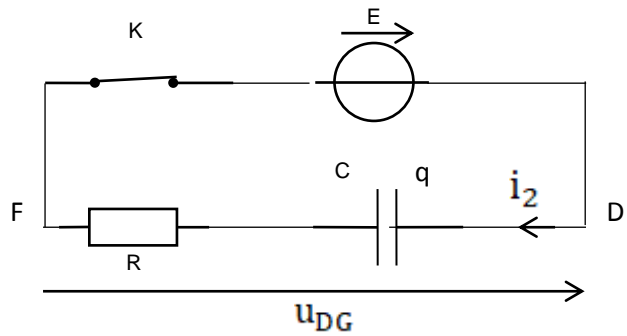
Elle est donc de la forme  $\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0$  avec  $\omega_0^2 = 1/LC$ . La solution est sinusoïdale.

$q = q_m \cos(\omega_0 t + \phi)$

A  $t = 0$ ,  $q_0 = q_m = CE = q_m \cos \phi$ ;  $\cos \phi = 1$  d'où  $\phi = 0$ .

$q = CE \cos((1/\sqrt{LC})t)$

•  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 9 \text{ ms}$



### Exercice 5 (4 points)

5.1.1 L'expression veut dire que l'énergie de l'atome d'hydrogène ne peut prendre que des valeurs bien déterminées. (0,25 point)

5.1.2 A l'état fondamental,  $n = 1$ . (0,25 point)

5.1.3.1 L'énergie d'ionisation  $E_i = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6) = 13,6 \Rightarrow E_i = 13,6 \text{ eV}$  (0,5 point)

5.1.3.2  $E_i = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_i} \Rightarrow \lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow \lambda = 9,13 \cdot 10^{-8} \text{ m}$  (0,75 point)

5.1.4 Longueur d'onde de la radiation émise (1 point)

Transition de  $E_p$  à  $E_n \Rightarrow E_p - E_n = -\frac{E_0}{p^2} - \left(-\frac{E_0}{n^2}\right) = E_0 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right) = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow$

$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right)$ .

AN :  $n = 2$  et  $p = 5$ ;  $\lambda = \frac{n^2 p^2}{R_H(p^2 - n^2)} \Rightarrow \lambda = \frac{2^2 \cdot 5^2}{1,094 \cdot 10^7 (5^2 - 2^2)} = 4,35 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 435 \text{ nm}$ .

Cette radiation appartient au spectre visible.

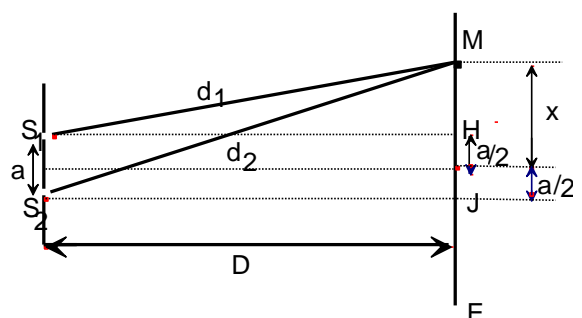
5.2.1 L'interfrange est la distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives et de même nature. (0,25 point)

5.2.2 La différence de marche (0,5 point)

$(S_1M)^2 = D^2 + (x - \frac{a}{2})^2$  et  $(S_2M)^2 = D^2 + (x + \frac{a}{2})^2$

$(S_2M)^2 - (S_1M)^2 = \left[D^2 + (x + \frac{a}{2})^2\right] - \left[D^2 + (x - \frac{a}{2})^2\right]$

$= (x + \frac{a}{2})^2 - (x - \frac{a}{2})^2 = 2ax$  (1)



$$(S_2 M)^2 - (S_1 M)^2 = [(S_2 M) - (S_1 M)] [(S_2 M) + (S_1 M)] = \delta \cdot 2D \quad (2)$$

$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow 2\delta D = 2ax \Rightarrow \delta = \frac{ax}{D}$$

5.5.3 Calcul de l'interfrange

(0,5 point)

$$d = 10i \Rightarrow i = \frac{d}{10} \quad \text{AN : } i = 0,58 \text{ mm}$$

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} \quad \text{AN : } \lambda = \frac{0,58 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^{-3}}{4} \Rightarrow \lambda = 4,35 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$



Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 (4 points)**

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, étudie la saponification de l'éthanoate d'éthyle. L'éthanoate d'éthyle est un ester qui peut être utilisé comme solvant.

A la date  $t = 0$  s, il effectue un mélange équimolaire d'ester et d'hydroxyde de sodium, de volume  $V = 1$  L, contenant  $n_{\text{ester}} = 5 \cdot 10^{-2}$  mol et  $n_{\text{soude}} = 5 \cdot 10^{-2}$  mol. Le mélange est maintenu à une température constante.

Toutes les quatre minutes, le groupe d'élèves prélève 5 mL du mélange qu'il dilue avant de doser l'hydroxyde de sodium restant par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_a = 10^{-2}$  mol/L. On désigne par  $V_a$  le volume d'acide versé. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

t(min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
$V_a$ (mL)	25,0	22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0	10,5
[ester] en mol.L <sup>-1</sup>												

**1.1** Définir la saponification et rappeler ses caractéristiques.

(0,5 point)

**1.2** Quel est l'intérêt de la dilution avant le dosage ?

(0,25 point)

**1.3.** L'équation bilan complète de la réaction de saponification s'écrit :



**1.3.1** Montrer que la concentration de l'ester contenu dans chaque prélèvement est donnée par la relation :

$$[\text{ester}] = \frac{0,01 \cdot V_a}{5} \text{ en mol/L avec } V_a \text{ en mL.}$$

(0,5 point)

**1.3.2** Recopier le tableau ci-dessus et le compléter en calculant la concentration de l'ester pour chaque prélèvement.

(0,5 point)

**1.3.3** Tracer la courbe représentative de la concentration de l'ester en fonction du temps :  $[\text{ester}] = f(t)$ .

(0,75 point)

Echelles : 1 cm pour 4 min ;

1 cm pour  $0,5 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>

**1.4** Le groupe d'élèves s'intéresse à la vitesse de la réaction.

**1.4.1** Déterminer graphiquement la vitesse moyenne de disparition de l'ester entre les instants  $t_1 = 10$  min et  $t_2 = 30$  min.

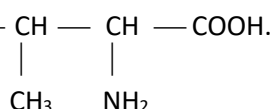
(0,5 point)

**1.4.2.** Donner la relation définissant la vitesse instantanée de disparition de l'ester. Déterminer graphiquement la valeur de cette vitesse à  $t_0 = 0$  min et à  $t_3 = 20$  min. Dans quel sens évolue la vitesse instantanée ? Justifier cette évolution.

(01 point)

**EXERCICE 2 (4 points)**

La valine est un acide  $\alpha$ -aminé. Elle permet une récupération plus rapide après un effort physique intense puisqu'elle est assimilée et distribuée aux muscles. Elle se retrouve dans le lait, le fromage de chèvre ... et est parfois consommée associée à la leucine ou à l'isoleucine afin d'augmenter la masse musculaire. La formule semi-développée de la valine est :



**2.1** La molécule de valine est-elle chirale ? Justifier.

(0,5 point)

**2.2** Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer.

(0,5 point)

**2.3** On effectue la décarboxylation de la molécule de valine ; il se forme du dioxyde de carbone et un composé organique A.

**2.3.1** Ecrire l'équation bilan de la réaction de décarboxylation. (0,5 point)

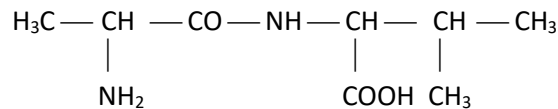
**2.3.2** Préciser la fonction chimique du composé organique A ainsi que sa classe. (0,5 point)

**2.4** On fait réagir la valine avec le composé A pour obtenir un composé organique B.

**2.4.1** Ecrire l'équation bilan de la réaction entre la valine et le composé A. (0,5 point)

**2.4.2** Nommer le composé B. (0,5 point)

**2.5** On désire synthétiser, à partir de la valine, le dipeptide suivant :



**2.5.1** Ecrire la formule et donner le nom systématique de l'autre acide  $\alpha$ -aminé. (0,5 point)

**2.5.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction de synthèse de ce dipeptide à partir des deux acides  $\alpha$ -aminés. (0,5 point)

**N.B :** Il n'est pas demandé de donner les étapes de blocage et d'activation de fonctions qui conduisent à ce dipeptide.

### EXERCICE 3 (4 points)

Dans le domaine de l'aéronautique, une navette spatiale désigne conventionnellement un véhicule spatial pouvant revenir sur Terre en effectuant un atterrissage contrôlé à la manière d'un avion et pouvant être réutilisé pour une mission ultérieure. Le vol d'une navette spatiale comprend trois étapes : le lancement, le vol orbital et l'atterrissage. On se propose d'étudier le vol orbital.

Dix minutes après le décollage, la navette est en mouvement circulaire uniforme autour de la terre à l'altitude  $h$ .

Sa masse est  $m = 69,68 \cdot 10^3$  kg. L'intensité du champ de gravitation terrestre à l'altitude  $h$  est  $G_h = 6,95 \text{ m.s}^{-2}$ .

Le rayon de la terre est  $R_T = 6380$  km. La masse de la terre sera notée  $M_T$ .

**3.1** Rappel de l'expression de la force de gravitation universelle, puis établir l'expression de l'intensité du champ de gravitation  $G_h$  en fonction de  $G_0$ ,  $R_T$  et  $h$  ;  $G_0$  étant l'intensité du champ de gravitation au sol ( $G_0 = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$ ).

(0,5 point)

**3.2** En déduire l'expression de l'altitude  $h$  de la navette. Calculer sa valeur. (0,5 point)

**3.3** Etablir l'expression de la vitesse  $V$  du centre d'inertie de la navette à l'altitude  $h$  en fonction de  $G_h$ ,  $R_T$  et  $h$ .

Calculer cette vitesse  $V$  pour  $h = 1196$  km. (0,75 point)

**3.4** Etablir l'expression de la période  $T$  de révolution de la navette à l'altitude  $h$  en fonction de  $R_T$ ,  $V$  et  $h$ .

Calculer la période  $T$ . (0,5 point)

**3.5** La navette se trouvant à l'altitude  $h$ , se déplace d'Ouest en Est.

Calculer l'intervalle de temps  $\Delta t$  qui sépare deux passages successifs de la navette à la verticale d'un point de la Terre.

On rappelle que la période de révolution de la Terre autour de l'axe des pôles est  $T_T = 86164$  s. (0,75 point)

**3.6** La navette doit être mise sur l'orbite d'altitude  $h' = 2h$  pour une autre mission avant son retour.

**3.6.1** Donner l'expression de l'énergie mécanique de la navette évoluant à l'altitude  $h$  en fonction de  $G_0$ ,  $R_T$ ,  $m$  et  $h$ . L'expression de l'énergie potentielle de gravitation du satellite est ;

$$E_p(r) = - \frac{K M_T m}{r} \quad \text{avec } r \text{ le rayon de l'orbite de la navette.} \quad (0,5 \text{ point})$$

**3.6.2** Déterminer l'énergie que doivent fournir les moteurs pour faire passer la navette de l'altitude  $h$  à l'altitude  $h' = 2h$ . (0,5 point)

### EXERCICE 4 (4 points)

Un groupe d'élèves se propose de déterminer expérimentalement certaines caractéristiques d'un dipôle ( $R, L, C$ ), puis d'en déduire la puissance moyenne consommée ainsi que le facteur de qualité.

Pour cela il monte en série un résistor de résistance  $R_0 = 10 \Omega$ , une bobine d'inductance  $L = 0,1 \text{ H}$  et de résistance  $r$ , et un condensateur de capacité  $C$ . Ensuite il applique aux bornes du dipôle une tension alternative  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  réglable.

**4.1** Le groupe visualise simultanément, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les deux tensions  $u_{R_0}(t)$  et  $u(t)$  respectivement aux bornes du résistor  $R_0$  et aux bornes du dipôle (R,L,C) (figure 1).

Il obtient la figure 2 ci-dessous où sont reproduits les oscillogrammes visualisés.

Les sensibilités verticale et horizontale sont indiquées sur la figure 2 et

valent respectivement 2 V / division et  $\frac{5}{6}$  ms /division

**4.1.1** Montrer que la courbe (a) représente l'évolution de la tension aux bornes du dipôle (R, L, C). **(0,25 point)**

**4.1.2** Reproduire le schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer pour visualiser les tensions à l'oscilloscope bicourbe. **(0,5 point)**

**4.2** A partir des oscillogrammes déterminer :

**4.2.1** la fréquence N de la tension  $u(t)$  appliquée aux bornes du dipôle (R, L, C) série. **(0,25 point)**

**4.2.2** la valeur maximale  $I_m$  de l'intensité du courant débitée dans le circuit puis en déduire l'impédance Z du dipôle (R, L, C). **(0,5 point)**

**4.2.3** le déphasage de l'intensité du courant  $i(t)$  par rapport à la tension  $u(t)$  et en déduire l'expression de  $i(t)$ .  
Le circuit est-il inductif ou capacitif ? Justifier, **(0,75 point)**

**4.3** A partir des résultats précédents, déterminer :

**4.3.1** La résistance r de la bobine, **(0,25 point)**

**4.3.2** La capacité C du condensateur, **(0,25 point)**

**4.3.3** La puissance moyenne consommée par le dipôle (R, L, C). **(0,25 point)**

**4.4** Le groupe d'élèves règle maintenant la fréquence du générateur à la valeur  $N_0$ , fréquence propre du dipôle (R,L,C), déterminer :

**4.4.1** la fréquence  $N_0$ . **(0,25 point)**

**4.4.2** l'intensité maximale du courant. **(0,25 point)**

**4.4.3** le facteur de qualité Q. Conclure **(0,5 point)**

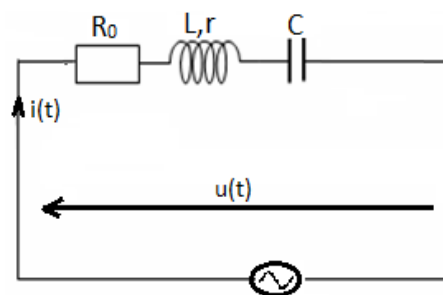


Figure 1

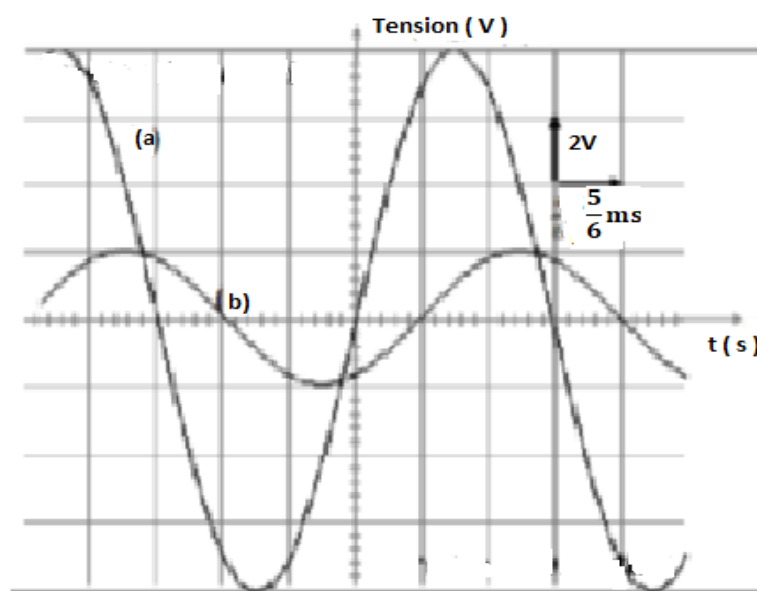


Figure 2

**NB :** la figure 2 ci-dessus n'est pas à rendre avec la feuille de copie.

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**EXERCICE 5 (4 points)**

Il existe différents procédés pour dater des événements anciens comme la mort d'un organisme, la formation d'une roche, etc.

La datation par carbone 14, de période 5 700 ans, n'est valide que pour déterminer des âges absolus de quelques centaines d'années, à environ 50 000 ans au plus.

**5.1** Dans la haute atmosphère, des neutrons cosmiques interagissent avec des noyaux d'azote 14 selon la réaction nucléaire dont l'équation est :  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_1\text{p}$

**5.1.1** Identifier la particule X en calculant A et Z. (0,5 point)

**Données** : extrait du tableau de classification périodique des éléments

Extrait du tableau de classification				
Elément	C	N	O	F
Numéro atomique	6	7	8	9

**5.1.2** L'étude de l'évolution de la population moyenne d'un ensemble de noyaux radioactifs, permet d'écrire la relation :  $\Delta N = - \lambda N \Delta t$ .

Cette relation conduit à la loi de décroissance radioactive :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

Préciser la signification des grandeurs représentées par les lettres  $N(t)$ ,  $N_0$  et  $\lambda$ . (0,75 point)

**5.1.3.** Définir la période radioactive T, puis établir la relation donnant  $\lambda$  en fonction de T (0,5 point)

**5.1.4.** Etablir la relation  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$  donnant l'activité A(t) en fonction de l'activité initiale  $A_0$  et  $\lambda$ . (0,5 point)

**5.1.5.** On se propose de déterminer l'âge d'une poutre en bois d'une tombe ancienne. Pour cela on mesure l'activité radioactive du carbone 14 présent dans 1 g de ce bois et dans 1 g d'un échantillon de bois fraîchement coupé.

On mesure une activité de 6,68 désintégrations par minute dans le bois ancien et une activité de 13,5 désintégrations par minute dans le bois frais. Déterminer l'âge  $t_b$  du bois de la tombe. (0,75 point)

**5.2** Pour dater des événements plus anciens, il existe d'autres méthodes utilisant des noyaux radioactifs de plus grande période. Le potassium 40, par exemple, de période  $T' = 1,3 \cdot 10^9$  ans, est utilisé pour dater des minéraux volcaniques vieux de quelques centaines de millions à quelques milliards d'années. Le potassium 40 se désintègre en donnant l'argon 40. Une roche volcanique contient du potassium dont une partie est du potassium 40. Au moment de sa formation la roche ne contenait pas d'argon et le potassium 40 disparaît en même temps que l'argon 40 apparaît. Un géologue analyse un échantillon de la roche et constate que les noyaux d'argon 40 y sont deux fois moins nombreux que les noyaux de potassium 40.

Calculer l'âge  $t_r$  de cette roche. (1 point)

**FIN DE SUJET**

**SCIENCES PHYSIQUES****Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe****CORRIGE DE L'EPREUVE DU PREMIER GROUPE DE LA SERIE S2 - SESSION NORMALE****EXERCICE 1 (4 points)**

**1.1** Définition : une réaction de saponification est une réaction entre un ester et une base forte.

Caractéristiques : lente et totale.

**1.2** La dilution permet de faciliter l'immersion de la sonde pH-métrique.

Remarque ; si on avait dilué le prélèvement avec de l'eau glacée (ce qui n'est pas dit dans l'énoncé) cela aurait pour effet de stopper la réaction.

**1.3**

**1.3.1** Démonstration de la relation :



Le mélange initial des réactifs est équimolaire ; la réaction est totale et se fait mole à mole, par conséquent la concentration de l'ester égale à chaque instant celle des ions  $\text{OH}^-$ .

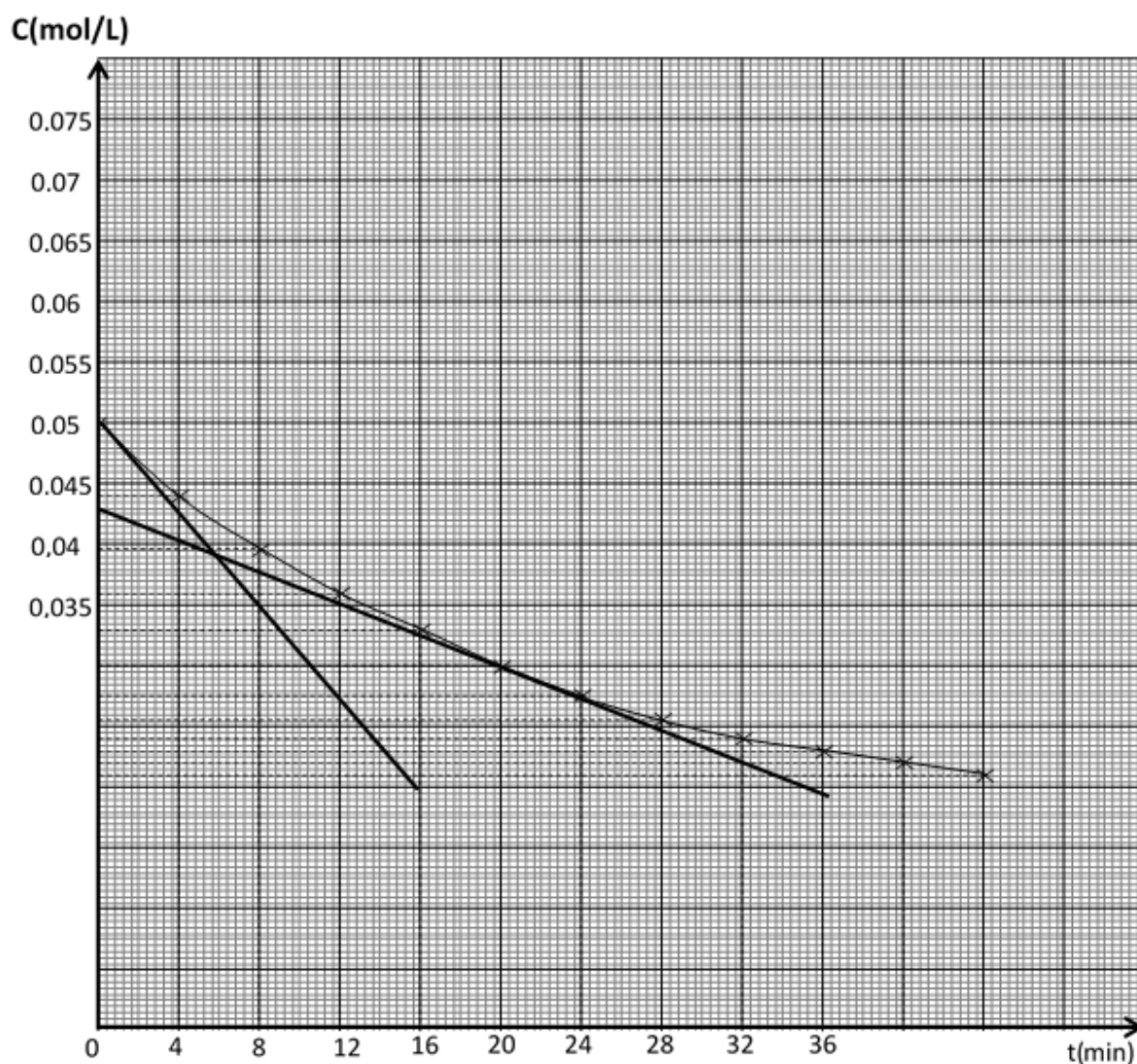
A l'équivalence acido-basique on a :  $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-) \Rightarrow \text{CaVa} = [\text{OH}^-] \cdot \text{Vp}$  ; avec  $\text{Vp}$  le volume prélevé

$$[\text{OH}^-] = \frac{\text{CaVa}}{\text{Vp}} \quad \text{avec } \text{Ca} = 10^{-2} \text{ mol/L et } \text{Vp} = 5 \text{ mL, on a } [\text{OH}^-] = \frac{0,01\text{Va}}{5} \quad \text{d'où } [\text{Ester}] = \frac{0,01 \text{Va}}{5}$$

**1.3.2** Tableau complété

t(min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
V <sub>a</sub> (mL)	25	22	19,8	18	16,5	15	13,8	12,8	12	11,5	11	10,5
[ester] (10 <sup>-2</sup> mol.L <sup>-1</sup> )	5,00	4,40	3,96	3,60	3,30	3,0	2,76	2,56	2,40	2,30	2,20	2,10

**1.3.3** Courbe représentative de la concentration de l'ester en fonction du temps (page suivante).



Echelle : 1cm pour 4min ; 1cm pour  $5 \cdot 10^{-3}$  mol/L.

**1.4.1** Vitesse moyenne entre 10 et 30 min

$$V_m = - \frac{[est]_{30} - [est]_{10}}{30 - 10} \quad \text{on a } V_m = - \frac{0,0245 - 0,038}{20} = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1} \quad \mathbf{V_m = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}}$$

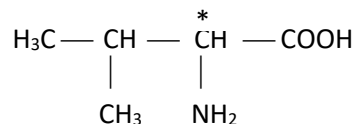
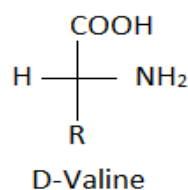
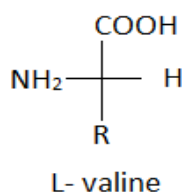
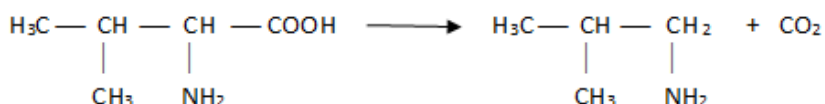
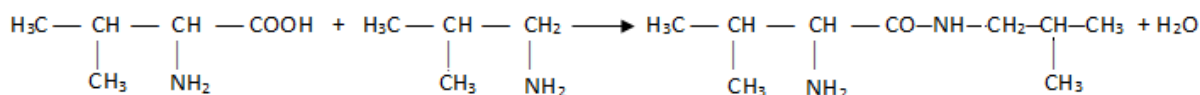
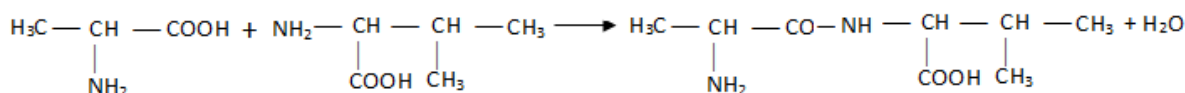
**1.4.2** Relation de définition de la vitesse instantanée :  $V = - \frac{d[ester]}{dt}$

La vitesse instantanée de disparition de l'ester correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe à l'instant considéré.

$$\mathbf{V_0 = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot \text{min}}$$

$$\mathbf{V_{20} = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot \text{min}}$$

La vitesse diminue. Justification : les concentrations des réactifs diminuent.

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe****EXERCICE 2 (4 points)****2.1** La molécule est chirale car elle renferme un carbone asymétrique (\*)**2.2** Représentation de Fischer**2.3.1** Equation de décarboxylation**2.3.2** Fonction : c'est une amine ; classe : amine primaire**2.4.1** Equation bilan**2.4.2** N-2- méthylpropyl-2-amino-3-méthylbutanamide.**2.5****2.5.1** Formule :  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$  Nom : Acide 2-aminopropanoïque**2.5.2** Equation-bilan**EXERCICE 3 (4 points)****3.1** Expression de la force de gravitation :  $\mathbf{F} = \frac{KM_T.m}{r^2}$ 

$$\mathbf{F}_{T/S} = \mathbf{T}_{S/T} = \frac{KM_T.m}{(R_T+h)^2} \quad \text{on en tire} \quad \mathbf{G}_h = \frac{G_0 R_T^2}{(R_T+h)^2}$$

L'intensité du champ de gravitation  $\mathbf{G}_h = \frac{G_0 R_T^2}{(R_T+h)^2}$

**3.2** Altitude h

De l'expression  $G_h = \frac{G_0 R_T^2}{(R_T + h)^2}$  on en tire  $h = R_T \left[ \left( \frac{G_0}{G_h} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right] = 1196$  soit  $h = 1,20 \cdot 10^3 \text{ km}$

**3.3** Expression de la vitesse

$$\frac{v^2}{r} = G_h \Rightarrow v = (G_h \cdot r)^{\frac{1}{2}} = (G_h (R_T + h))^{\frac{1}{2}} \quad v = 7,26 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

**3.4** La période de révolution

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R_T + h)}{v} = 6557 \quad \text{soit} \quad T = 6,56 \cdot 10^2 \text{ s}$$

**3.5** La période relative

$$\alpha_{\text{obs}} = \alpha_{\text{Terre}} + 2\pi \quad \text{soit} \quad \frac{2\pi}{T} \cdot \Delta t = \frac{2\pi}{T_T} \cdot \Delta t + 2\pi$$

$$\Delta t = \frac{T \cdot T_T}{T_T - T} \quad \Delta t = 7,10 \cdot 10^3 \text{ s}$$

**3.6.1** Expression de l'énergie mécanique

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{KMm}{r} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{mG_0 R_T^2}{r} = -\frac{mG_0 R_T^2}{2(R_T + h)} \quad E_m = -\frac{mG_0 R_T^2}{2(R_T + h)}$$

**3.6.2** L'énergie fournie par les moteurs  $E_f = \Delta E_m = E_m(2h) - E_m(h)$ 

$$E_f = -\frac{mG_0 R_T^2}{2} \left[ \frac{1}{R_T + 2h} - \frac{1}{R_T + h} \right] = 2,50 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

**EXERCICE 4** (4 points)**4.1**

**4.1.1** Avec la même sensibilité verticale on voit que la tension maximale pour la courbe (a) est supérieure à la tension maximale pour la courbe (b). On sait que la tension maximale aux bornes du dipôle (R,L,C) est supérieure à la tension maximale aux bornes de  $R_0$ . Par conséquent la courbe (a) représente l'évolution de la tension aux bornes du dipôle (R,L,C)

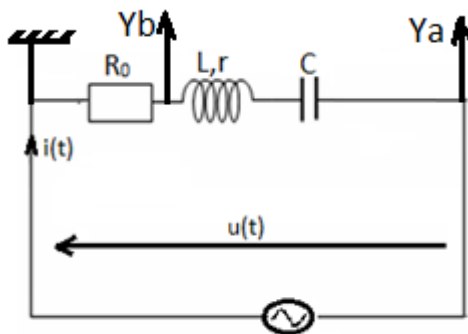
**4.1.2** Schéma du montage

Figure 1



**4.2****4.2.1** Fréquence N

La période  $T = 6 \cdot \frac{5}{6} = 5 \text{ ms}$ .  $N = \frac{1}{T}$   **$N = 200 \text{ Hz}$** .

**4.2.2** Intensité maximale débitée dans le circuit :  $I_m$ 

$$I_m = \frac{U_{\max}(R_0)}{R_0} \quad I_m = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ A}$$

Impédance Z du dipôle (R,L,C).

$$Z = \frac{U_{\max}}{I_m} \quad \text{AN :} \quad \mathbf{Z = 40 \Omega}$$

**4.2.3** Le déphasage  $|\phi| = 2\pi \cdot d/D$   $\phi = 2\pi \cdot 1/6$   **$|\phi| = \pi/3 \text{ rad}$** 

La courbe (a) qui représente la tension  $u(t)$  est en avance sur la courbe (b) qui représente l'intensité : le circuit est inductif.

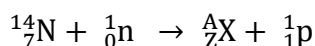
Loi horaire  $i(t) = I_m \sin(\omega t - \pi/3)$  ;  **$i(t) = I_m \sin(2\pi N t - \pi/3)$  ou  $i(t) = 0,2 \cdot \sin(400 \cdot \pi \cdot t - \pi/3)$**

**4.3.1** Résistance r de la bobine.  $\cos \phi = \frac{R_0 + r}{Z}$  Donc  $r = Z \cdot \cos \phi - R_0$  on a :  **$r = 10 \Omega$** **4.3.2** Capacité du condensateur

$$\tan \phi = \frac{L\omega - 1/C\omega}{R_0 + r} \quad C = \frac{1}{[L\omega^2 - (R_0 + r)\omega \cdot \tan \phi]} \quad \mathbf{C = 8,75 \cdot 10^{-6} \text{ F.}}$$

**4.3.3** Puissance moyenne  $P = \frac{(R_0 + r)I_m^2}{2}$   **$P = 0,4 \text{ W}$** **4.4.1** La fréquence à la résonance  $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$   **$N_0 = 170,35 \text{ Hz}$** **4.4.2** Intensité maximale  $I_m(\text{résonance}) = \frac{U_m}{R_0 + r}$   **$I_m(\text{résonance}) = 0,4 \text{ A}$** **4.4.3** Facteur de qualité  $Q = \frac{L\omega_0}{R_0 + r}$   **$Q = 5,35$** 

Conclusion : il y a surtension vu la valeur de Q.

**EXERCICE 5 (4 points)****5.1****5.1.1** Identification de X

Application de la loi de conservation de la charge :  $Z+1 = 7$  donc  $Z = 6$  d'où  **$\text{X} = \text{C}$**

Application de la loi de conservation du nombre de nucléons :  $A + 1 = 14 + 1$  d'où  $A = 14$  ;  **$\text{X} = {}^{14}_6\text{C}$**

**5.1.2**  $N(t)$  : le nombre de noyaux radioactifs à la date t

$N_0$  : le nombre de noyaux radioactifs à l'instant initial

$\lambda$  : la constante radioactive

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**5.1.3** La période radioactive ou temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs de l'échantillon soit désintégrée.

$$N(t) = N_0 \exp(-\lambda t) \text{ à } t = T \text{ on a } N = \frac{N_0}{2} \text{ donc } \frac{N_0}{2} = N_0 \exp(-\lambda T) \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

**5.1.4** Etablissons l'expression de l'activité

$$N = N_0 \exp(-\lambda t) \quad A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 \exp(-\lambda t); \quad A = A_0 \exp(-\lambda t) \text{ avec } A_0 = \lambda N_0$$

**5.1.5** L'âge  $t_b$  du bois

$$A_0 = 13.5 \text{ désintégrations/min} \quad A = 6,68 \text{ désintégrations/min}$$

$$A = A_0 \exp(-\lambda t); \quad \frac{A_0}{A} = \exp(\lambda t) \text{ d'où } t_b = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A} = \frac{T}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A} \quad t_b = 5,90.10^3 \text{ ans}$$

**5.2** L'âge de la roche

K  $\longrightarrow$  Ar (L'écriture ne représente pas une équation mais seulement une notation.)

No 0

N No-N

On a :

$$N_0 - N = \frac{N}{2} \Rightarrow N_0 = \frac{3}{2}N \text{ or } N = N_0 \exp(-\lambda t) \Rightarrow N_0 = \frac{3}{2}N_0 \exp(-\lambda t_r)$$

$$\text{D'où l'on tire } t_r = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{3}{2} = \frac{T}{\ln 2} \ln \frac{3}{2}; \quad t_r = 7,60.10^8 \text{ ans}$$

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 (04 points)**

L'acide éthanóïque et le propan-1-ol permettent de réaliser la synthèse d'un arôme souvent utilisé pour son odeur de poire.

Un groupe d'élèves se propose de synthétiser l'arôme tout en suivant l'évolution de la réaction au cours du temps. Pour ce faire, il dispose, dans le laboratoire de leur lycée, de deux flacons de liquides dont les étiquettes portent les indications ci-après

Flacon 1 : Solution d'acide éthanóïque ; pourcentage en masse d'acide pur 57,10 % ; densité 1,05

Flacon 2 : Propan-1-ol pur ; masse volumique : 803 kg.m<sup>-3</sup>.

Le groupe prélève des volumes  $V_1$  et  $V_2$  respectivement de propan-1-ol et d'acide éthanóïque de façon à réaliser un mélange de 0,6 mol de propan-1-ol et 0,6 mol d'acide éthanóïque et y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique. Le mélange est chauffé à reflux.

**1.1** Donner le nom de la réaction qui se produit dans le mélange et préciser ses caractéristiques.

(0,5 point)

**1.2** Ecrire l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules semi-développées. Nommer l'arôme synthétisé.

(0,5 point)

**1.3** Déterminer les volumes  $V_1$  et  $V_2$  initialement mélangés.

(0,5 point)

**1.4** Par une méthode appropriée, les élèves déterminent à divers instants  $t$ , le nombre de moles  $n$  d'acide éthanóïque restant. Les valeurs obtenues sont consignées dans le tableau ci-après :

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n(mol)	0,60	0,45	0,33	0,26	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20

**1.4.1** Tracer la courbe  $n = f(t)$ . Echelles : 1 cm pour 0,05 mol et 1 cm pour 10 min

(0,5 point)

**1.4.2** Déterminer graphiquement la vitesse de disparition de l'acide éthanóïque à chacune des dates suivantes :  $t_1 = 25$  min ;  $t_2 = 40$  min ;  $t_3 = 75$  min. Comparer ces vitesses.

(01 point)

**1.4.3** Préciser la date à laquelle l'équilibre est atteint. Déterminer à cet instant le pourcentage d'acide ayant réagi.

(0,5 point)

**1.4.4** Quel est l'intérêt de procéder à un chauffage à reflux pour synthétiser l'arôme? Quel est le rôle joué par l'acide sulfurique ?

(0,5 point)

On donne les masses molaires en g.mol<sup>-1</sup> :  $M(C) = 12$  ;  $M(O) = 16$  ;  $M(H) = 1$

**EXERCICE 2 (04 points)**

Le diméthylformamide (ou DMF) est un amide aliphatique utilisé comme solvant pour les colorants, les matières plastiques, les résines et les gommes. Il intervient également dans la préparation de fibres synthétiques.

**2.1.** Une masse de 146 g de diméthylformamide contient 28 g d'azote.

**2.1.1.** Montrer que la formule brute du diméthylformamide est  $C_3H_7ON$ .

(0,5 point)

**2.1.2.** Ecrire les formules semi-développées possibles des amides compatibles avec cette formule brute et donner leurs noms

(01 point)

**2.1.3** Sachant que le diméthylformamide possède deux groupes méthyles liés à un même atome, identifier cet amide en précisant sa formule semi-développée et son nom dans la nomenclature officielle.

(0,5 point)

**2.2.** Pour synthétiser cet amide, on dispose des produits suivants : chlorure de thionyle ( $SOCl_2$ ) ; oxyde de phosphore ( $P_4O_{10}$ ) , acide méthanoïque, acide éthanóïque, acide propanoïque, ammoniac, méthylamine, éthylamine, diméthylamine.

**2.2.1.** Proposer deux méthodes de synthèse rapides et totales du diméthylformamide. Préciser pour chaque méthode de synthèse les produits utilisés.

(01 point)

...../.....2

**2.2.2.** Ecrire les équation-bilans des réactions correspondant à chaque méthode. (01 point)  
On donne les masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{N}) = 14$  ;  $M(\text{H}) = 1$

**EXERCICE 3 (04 points)**

En 1997 a été effectuée une mission spatiale destinée à l'exploration de Saturne. Huit ans plus tard la sonde d'exploration s'est posée sur Titan le plus gros des satellites de Saturne.

Le tableau ci-après rassemble les données relatives à Titan et à trois autres satellites de Saturne.

Satellite	Distance moyenne au centre de Saturne $r$ (en km)	Période de révolution $T$	Rapport $\frac{T^2}{r^3}$
Janus	$159.10^3$	17 h 38 min	
Encelade	$238.10^3$	1 j 8 h 53 min	
Dione	$377.10^3$	2 j 17 h 41 min	
Titan	$1220.10^3$	15 j 22 h 41 min	

**3.1** On s'intéresse à l'étude du mouvement d'un satellite supposé ponctuel de masse  $m$  en orbite circulaire de rayon  $r$  autour de Saturne. Le mouvement est étudié dans un référentiel lié à Saturne qui sera considéré comme un référentiel galiléen. On suppose que le satellite est soumis à la seule action de Saturne. On assimile Saturne à un corps sphérique de masse  $M$  possédant une répartition sphérique de masse.

**3.1.1** Après avoir rappelé la loi de la gravitation universelle, faire un schéma où seront représentés Saturne, le satellite et la force de gravitation exercée par Saturne sur le satellite.

On notera  $K$ , la constante de gravitation et on prendra  $K = 6,67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ . (0,5 point)

**3.1.2** Par application de la deuxième loi de Newton déterminer les caractéristiques du vecteur accélération du mouvement du satellite. (0,5 point)

**3.1.3.** Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,25 point)

**3.1.4.** Etablir la relation entre la période de révolution  $T$  du satellite et le rayon  $r$  de sa trajectoire. (0,25 point)

**3.2** Recopier le tableau ci-dessus et le compléter par les valeurs du rapport  $\frac{T^2}{r^3}$ .

La 3<sup>ème</sup> loi de Kepler est-elle vérifiée ? (0,75 point)

NB : On utilisera les unités du système international pour le calcul du rapport  $\frac{T^2}{r^3}$

**3.3** Déterminer la masse  $M$  de Saturne. (0,5 point)

**3.4** On définit l'énergie potentielle d'interaction gravitationnelle  $E_p$  entre Saturne et le satellite par :

$$\frac{dE_p}{dr} = F(r) ; \text{ relation où } F(r) \text{ est l'intensité de la force de gravitation que l'un exerce sur l'autre.}$$

**3.4.1** En choisissant  $E_p = 0$  quand  $r$  tend vers l'infini, déterminer l'expression de  $E_p$  (0,5 point)

**3.4.2.** Comparer l'énergie potentielle  $E_p$  avec l'énergie cinétique  $E_c$  du satellite. (0,25 point)

**3.4.3.** Déterminer l'énergie mécanique totale  $E_m$  du satellite en fonction de  $k$ ,  $M$ ,  $m$  et  $r$ .

La calculer pour Titan de masse  $m = 1,35.10^{23} \text{ kg}$ . (0,5 point)

**EXERCICE- 4 (04 points)**

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par :  $E_n = \frac{-E_0(\text{eV})}{n^2}$  où  $n$  est un entier tel

que  $n \geq 1$  et  $E_0 = 13,6$ .

Le diagramme de la figure 1 (page suivante) représente sans souci d'échelle quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

**4-1** Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve l'atome d'hydrogène lorsque  $n = 1$  ?  
lorsque  $n > 1$  ? (0,5 point)

**4-2** On considère l'atome d'hydrogène dans l'état  $n = 2$ . On l'expose à une lumière dichromatique de longueurs d'onde  $\lambda_R = 657 \text{ nm}$  et  $\lambda_V = 520 \text{ nm}$ .

Seule l'une des radiations est absorbée; identifier la en justifiant. **(0,5 point)**

**4-3** L'électron dans l'atome d'hydrogène passe du niveau  $n$  au niveau inférieur  $p$  ( $p < n$ ).

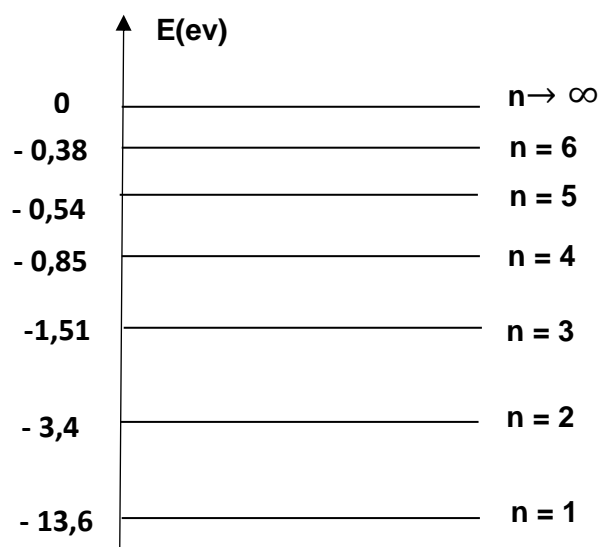
**4-3-1** Montrez que pour une transition de l'électron du niveau  $n$  au niveau  $p$ , la longueur d'onde du photon émis est donnée par la relation :  $\frac{1}{\lambda_{n,p}} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  où  $R_H$

est la constante de Rydberg qu'on exprimera. **(0,5 point)**

**4-3-2** Calculer la valeur de cette constante  $R_H$  ainsi que

la longueur d'onde  $\lambda_{n,p}$  en anomètres pour  $n = 4$

et  $p = 3$ . **(0,5 point)**



**Figure 1**

**4-4** Une cellule photoélectrique reçoit le même rayonnement lumineux issu d'une source  $S$  de longueur d'onde  $\lambda_{4,3}$ . L'énergie d'extraction d'un électron du métal qui constitue la cellule est  $W_0 = 0,5 \text{ eV}$ .

**4-4-1** Définir l'effet photoélectrique. Montrer que cet effet est observé pour la cellule ainsi éclairée

**(0,5 point)**

**4-4-2** Quel est le caractère de la lumière mis en évidence dans cette expérience ?

**(0,5 point)**

**4-4-3** Calculer la vitesse maximale des électrons émis par la cellule.

**(01 point)**

Données : constante de Planck :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ; masse de l'électron :  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;

Célérité de la lumière dans le vide  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

### **EXERCICE- 5 (04 points)**

On considère le circuit électrique comportant un générateur de tension continue de  $\text{fem } E = 6 \text{ V}$ , 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)**

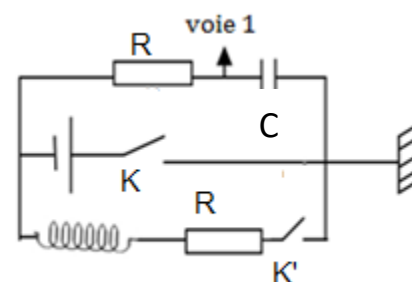
**5-1-4** Sachant que  $R = 20 \Omega$ , en déduire la valeur de la capacité  $C$ . **(0,25 point)**

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

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

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

...../....4



**Figure 2**

**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

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

**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 3

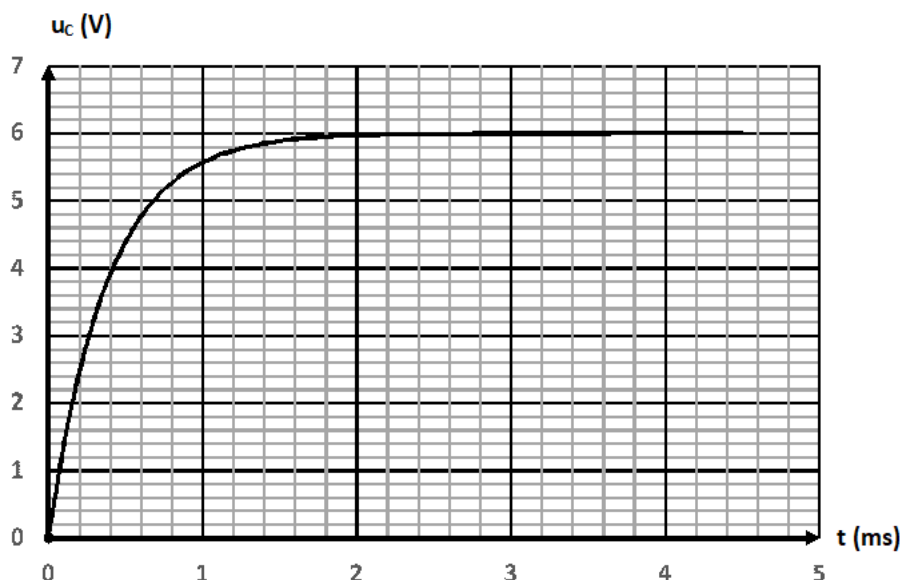
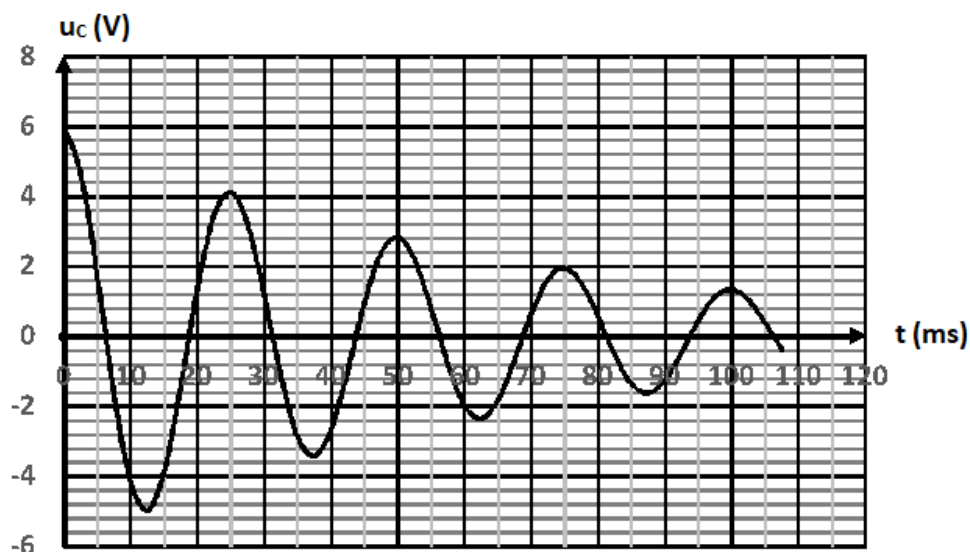


Figure 4



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



UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



OFFICE DU BACCALAUREAT

Téléfax (221) 824 65 81 - Tél. : 824 95 92 - 824 65 81

01-19 G 27 A-20

Durée : 4 heures

Séries : S2-S2A– Coef. 6

Séries S4-S5– Coef. 5

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**CORRIGE DE L'EPREUVE DU PREMIER GROUPE EN SCIENCES PHYSIQUES****SESSION NORMALE 2019****EXERCICE 1****1.1** Nom de la réaction : estérification directe.

Caractéristiques de la réaction : elle est athermique, lente, limitée par la réaction inverse (réaction réversible).

**1.2** Equation-bilan :  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 

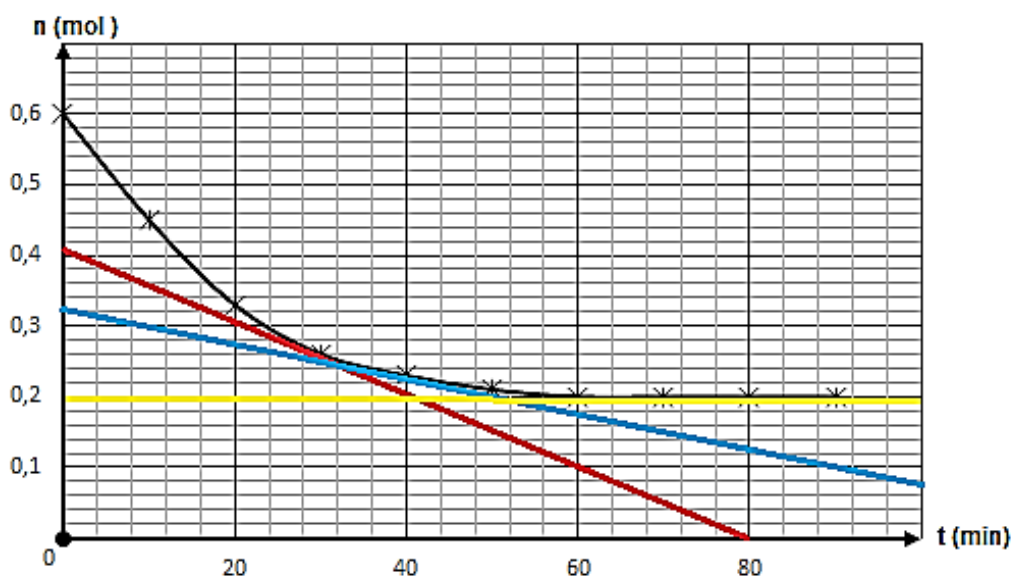
Nom de l'arôme: éthanoate de propyle.

**1.3** Détermination des volumes  $V_1$  et  $V_2$  :

$$p = \frac{m_p}{m_s} \times 100 = \frac{n_1 M_1}{\rho V_1} \times 100 = \frac{n_1 M_1}{d_{pe} V_1} \times 100 \Rightarrow V_1 = \frac{100 \times n_1 M_1}{d_1 \rho_e P}$$

$$A.N: V_1 = \frac{100 \times 0,6 \times 60}{1,05 \times 1000 \times 57,1} = 0,06 \text{ L} = 60 \text{ mL.}$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} = \frac{n_2 M_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{n_2 M_2}{\rho_2} ; \quad A.N: V_2 = \frac{0,6 \times 60}{803} = 0,0448 \text{ L} = 44,8 \text{ mL.}$$

 **$V_1 = 60 \text{ mL.}$  Et  **$V_2 = 44,8 \text{ mL.}$**** **1.4.1** La courbe  $n = f(t)$  est indiquée ci-après

**1.4.2** Détermination graphique de la vitesse de disparition de l'acide.

La vitesse instantanée de disparition de l'acide est donnée par la relation :  $v(t) = - \frac{dn}{dt}$

La vitesse correspond en valeur au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $n(t) = f(t)$

Graphiquement on obtient :

$$V(t = 25 \text{ min}) \approx 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min} ; V(t = 40 \text{ min}) \approx 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min} ; V(t = 75 \text{ min}) \approx 0.$$

La vitesse diminue au cours du temps.

**1.4.3** Date à laquelle l'équilibre est atteint

L'équilibre est atteint lorsque la composition du mélange ne varie plus.

Macroscopiquement le système n'évolue plus.

Le tableau de nombres et le graphique montrent que **l'équilibre est atteint à  $t = 60 \text{ min}$** .

Pourcentage d'acide estérifié :

$$\% \text{ acide} = \frac{n_{\text{acide réagi}}}{n_{\text{acide initial}}} \times 100 = \frac{n_{\text{acide initial}} - n_{\text{acide restant}}}{n_{\text{acide initial}}} \times 100 = \frac{0,6 - 0,2}{0,6} \times 100 = 66,7.$$

$$\% \text{ acide estérifié} = 66,7 \%$$

**1.4.4** Intérêt du chauffage à reflux et rôle de l'acide sulfurique.

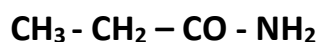
Le chauffage à reflux **accélère la réaction tout en amoindrissant les pertes de substances**.

L'acide sulfurique joue le **rôle de catalyseur**.

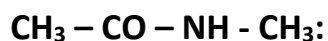
**EXERCICE 2****2.1****2.1.1** Formule brute de l'amide

La formule générale de l'amide s'écrit :  $C_nH_{2n+1}ON$  (l'amide dérive formellement de l'acide carboxylique ( $C_nH_{2n}O_2$ ) par remplacement du groupe  $-OH$  par  $-NH_2$ )

$$\text{d'où } \%N = \frac{14}{14n+31} \times 100 = \frac{28 \times 100}{146} \Rightarrow n = 3 \text{ d'où la formule : } C_3H_7ON$$

**2.1.2.** Les formules semi-développées possibles des amides et leurs noms

**Propanamide**



**N-méthyl éthanamide**



**N-éthyl méthanamide**

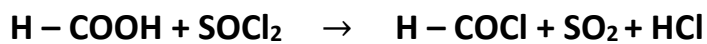
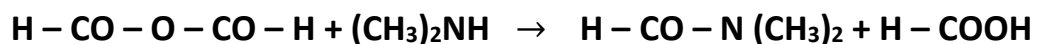


**N,N-diméthyl méthanamide**



**2.1.3.** Identification du diméthylformamide :**2.2****2.2.1** Les deux méthodes de synthèse rapides et totales :

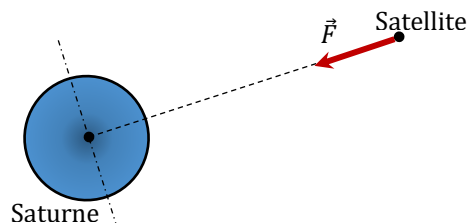
- Première méthode : Faire réagir l'acide méthanoïque avec le chlorure de thionyle ensuite faire réagir le chlorure de méthanoyle obtenu avec la diméthylamine.  
*Produits utilisés* : acide méthanoïque, diméthylamine et chlorure de thionyle
- Deuxième méthode : Faire réagir l'acide méthanoïque avec l'oxyde de phosphore et faire réagir l'anhydride obtenu avec la diméthylamine.  
*Produits utilisés* : acide méthanoïque, diméthylamine et oxyde de phosphore.

**2.2.2** Les équation- bilans des réactions correspondantes :Première méthodeDeuxième méthode**EXERCICE 3****3.1.1** Loi de la gravitation et schéma :

Loi de la gravitation : **Deux corps ponctuels A et B de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , séparés par la distance  $r$ , exercent l'un sur l'autre des forces attractives directement opposées**

**d'intensité commune  $F = \frac{K m_A m_B}{r^2}$**

Schéma :

**3.1.2** Caractéristiques du vecteur-accélération :

Système : satellite

Force appliquée : force de gravitation  $\vec{F}$  exercée par Saturne sur le satellite.

Théorème du centre d'inertie :  $\vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{G} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{G} \text{ or } \vec{G} \text{ est portée par la normale} \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_n = \vec{G}.$$

$$\vec{a} \left\{ \begin{array}{l} - \text{point d'application: le satellite} \\ - \text{direction: droite joignant le centre de saturne et le centre du satellite} \\ - \text{sens: du satellite vers le centre de saturne} \\ - \text{norme: } a = a_n = G = \frac{KM}{r^2} \end{array} \right.$$

**3.1.3** Montrons que le mouvement est uniforme :

$$\vec{a} = \vec{a}_n = \vec{G} \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{cste} : \text{le mouvement est uniforme.}$$

**3.1.4** Relation entre la période T et le rayon de la trajectoire :

$$v = \frac{2\pi r}{T} \text{ or } a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{KM}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{KM}{r}} \Rightarrow \sqrt{\frac{KM}{r}} = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{KM}}$$

**3.2** Le tableau complété :

Satellite	$\frac{T^2}{r^3}$ en $s^2.m^{-3}$
Janus	<b>1,00.10<sup>-15</sup></b>
Encelade	<b>1,04.10<sup>-15</sup></b>
Dione	<b>1,04.10<sup>-15</sup></b>
Titan	<b>1,05.10<sup>-15</sup></b>

La 3<sup>ème</sup> loi de Kepler est vérifiée car  $\frac{T^2}{r^3} \approx \text{constante}$

**3.3** Détermination de la masse M :  $\frac{T^2}{r^3} \approx 1,03.10^{-6}$  or  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{KM} \Rightarrow \frac{4\pi^2}{KM} = 1,03.10^{-15} \Rightarrow$

$$M = \frac{4\pi^2}{1,03.10^{-15} \times K} = \frac{4\pi^2}{1,03.10^{-15} \times 6,67.10^{-11}} = 5,75.10^{26} \text{kg.}$$

$$\mathbf{M = 5,75.10^{26} \text{ kg.}}$$

**3.4.1** Expression de  $E_p$  :

$$\frac{dE_p}{dr} = \frac{KMm}{r^2} \Rightarrow dE_p = \frac{KMm}{r^2} dr \Rightarrow E_p = -\frac{KMm}{r} + \text{cste}$$

$$\text{or } E_p = 0 \text{ si } r \text{ tend vers l'infini} \Rightarrow 0 = -\frac{KMm}{r_\infty} + \text{cste} \Rightarrow \text{cste} = 0 \text{ et } \mathbf{E_p = -\frac{KMm}{r}}$$

**3.4.2** Comparaison de  $E_p$  et  $E_c$  :

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \text{ or } v = \sqrt{\frac{KM}{r}} \Rightarrow v^2 = \frac{KM}{r} \Rightarrow E_c = \frac{KMm}{2r}$$

$$E_c = \frac{KMm}{2r} \text{ et } E_p = -\frac{KMm}{r} \Rightarrow \frac{E_p}{E_c} = -2 \Rightarrow E_p = -2E_c$$

$$E_p = -2E_c$$

**3.4.3** Détermination de l'énergie mécanique et son calcul

$$E_m = E_c + E_p = \frac{KMm}{2r} - \frac{KMm}{r} = -\frac{KMm}{2r}$$

$$E_m = -\frac{KMm}{2r}$$

$$\text{A.N: } E_m = -\frac{6,67.10^{-11} \times 5,75.10^{26} \times 1,35.10^{23}}{2 \times 1220.10^6} = -2,12.10^{30} \text{J}$$

$$E_m = -2,12.10^{30} \text{J}$$

**EXERCICE 4****4.1** Lorsque  $n=1$  on qualifie le niveau de niveau fondamental

Lorsque  $n>1$  les niveaux sont excités.

**4.2** Identification de la radiation :  $E_f = E_2 + E_{\text{photon}}$ 

$$E_f(\lambda_R) = E_2 + E_{\lambda_R} = E_2 + \frac{hc}{\lambda_R} = -3,4 + \frac{6,626.10^{-34} \times 3.10^8}{657.10^{-9} \times 1,6.10^{-19}} = -1,51 \text{ eV} \xrightarrow{\text{niveau}} E_3$$

La radiation est absorbée

$$E_f(\lambda_V) = E_2 + E_{\lambda_V} = E_2 + \frac{hc}{\lambda_V} = -3,4 + \frac{6,626.10^{-34} \times 3.10^8}{520.10^{-9} \times 1,6.10^{-19}} = -1,01 \text{ eV}$$

$\xrightarrow{\text{niveau}}$  aucun niveau  $\Rightarrow$  la radiation n'est pas absorbée.

Seule la radiation de longueur d'onde  $\lambda_R$  sera absorbée.

$$\textbf{4.3.1 } \Delta E = -\frac{hc}{\lambda_{np}} = E_n - E_p = \frac{-E_0}{n^2} + \frac{E_0}{p^2} \Rightarrow$$

$$\frac{hc}{\lambda_{np}} = E_0 \times \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{np}} = \frac{E_0}{hc} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ avec } R_H = \frac{E_0}{hc}$$

**4.3.2** Calcul de  $R_H$  et de  $\lambda_{np}$ 

$$R_H = \frac{13,6 \times 1,6.10^{-19}}{6,626.10^{-34} \times 3.10^8} = 1,09.10^7 \text{ m}^{-1}. \quad R_H = 1,09.10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda_{np}} = 1,09.10^7 \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) \Rightarrow \lambda_{np} = \lambda_{43} = 1,887.10^{-6} \text{ m} = 1887 \text{ nm.}$$

**4.4.1 Définition : L'effet photoélectrique est l'émission d'électron par un métal convenablement éclairé par une radiation lumineuse.**

Montrons que l'effet photoélectrique est observé :

On détermine d'abord la longueur d'onde seuil  $\lambda_0$  de la cellule

$$\frac{hC}{\lambda_0} = w_0 \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hC}{w_0} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{0,5 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,485 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2485 \text{ nm}$$

$\lambda_{43} < \lambda_0$  l'effet est observé.

**4.4.2 Le caractère mis en évidence :**

**C'est le caractère corpusculaire de la lumière.**

**4.4.3 Vitesse maximale :**

$$E_{\text{cmax}} = E_{\text{photon}} - w_0 \Rightarrow \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \frac{hC}{\lambda_{43}} - \frac{hC}{\lambda_0} = hC \left( \frac{1}{\lambda_{43}} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2hC}{m} \left( \frac{1}{\lambda_{43}} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

$$\begin{aligned} \text{A.N: } v_{\text{max}} &= \sqrt{\frac{2 \times 6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left( \frac{1}{1887 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{2485 \cdot 10^{-96}} \right)} \\ &= 2,36 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}. \end{aligned}$$

$$v_{\text{max}} = 2,36 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}.$$

**EXERCICE 5**

**5.1.1 Sens du courant et signes des charges**

**5.1.2 Phénomène observé sur la voie 1 :**

Le phénomène observé est la **charge du condensateur**.

**5.1.3 Détermination de la constante de temps :**

À  $t = \tau$  on aura  $U_c = 0,63 \times U_{\text{cmax}} = 0,63 \times 6 = 3,78 \text{ V}$  Graphiquement :  **$\tau = 0,4 \text{ ms}$** .

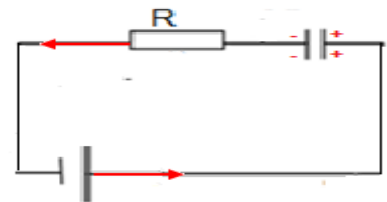
**5.1.4 Déduction de la capacité du condensateur :**

$$\text{On a : } \tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} \quad \text{A.N: } C = \frac{0,4 \cdot 10^{-3}}{20} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ F.}$$

**5.1.5 L'équation différentielle :**

$$u_G - u_c - u_R = 0 \Rightarrow E - u_c - Ri = 0 \text{ or } i = \frac{dq}{dt} = \frac{Cdu_c}{dt} \Rightarrow E - u_c - RC \frac{du_c}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow RC \frac{du_c}{dt} + u_c = E.$$



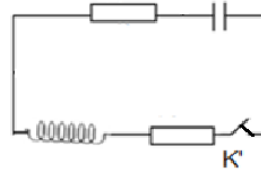
**5.1.6** Vérifions la solution

$$u_c = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \Rightarrow \frac{du_c}{dt} = \frac{E}{RC} e^{-\frac{t}{RC}}$$

Remplaçons dans l'équation différentielle:

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = RC \times \frac{E}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} + E \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) = E e^{-\frac{t}{RC}} + E - E e^{-\frac{t}{RC}} = E \Rightarrow$$

**L'égalité est bien Vérifiée.**

**5.2.1** Régime obtenu : **régime pseudopériodique.****5.2.2** La pseudopériode :  **$T \approx 25 \text{ ms}$ .****5.2.3** Reproduction de la partie du circuit concernée**5.2.4** L'équation différentielle :

$$u_c - 2u_R - u_L = 0 \Rightarrow u_c - 2Ri - \frac{L di}{dt} = 0 \text{ or } i$$

$$= -\frac{dq}{dt} = -\frac{C du_c}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{C d^2 u_c}{dt^2} \Rightarrow$$

$$u_c + 2RC \frac{du_c}{dt} + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} = 0 \Rightarrow \frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{2R}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0.$$

**5.2.5** L'énergie totale diminue.

**Le résistor est le responsable de cette diminution d'énergie.**

Expression de la variation totale de l'énergie :

$$E = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} Cu_c^2 = \frac{1}{2} L \left( -\frac{C du_c}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} Cu_c^2$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = LC^2 \dot{u}_c \ddot{u}_c + C \dot{u}_c u_c = LC^2 \dot{u}_c \left( \ddot{u}_c + \frac{1}{LC} u_c \right)$$

Or l'équation différentielle donne que :  $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{2R}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0 \Rightarrow \frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = -\frac{2R}{L} \frac{du_c}{dt}$

$$\frac{dE}{dt} = LC^2 \dot{u}_c \left( \ddot{u}_c + \frac{1}{LC} u_c \right) = LC^2 \frac{du_c}{dt} \left( -\frac{2R}{L} \frac{du_c}{dt} \right) = -2RC^2 \left( \frac{du_c}{dt} \right)^2 = -2R \left( C \frac{du_c}{dt} \right)^2$$

Donc  $\frac{dE}{dt} = -2R \left( C \frac{du_c}{dt} \right)^2$

**5.2.6** Calcul des énergies :  $E_L = \frac{1}{2} Li^2 \Rightarrow \begin{cases} E_L(t_1 = 0) = 0 \\ E_L(t_2 = 3T) = 0 \end{cases}$

$$E_C = \frac{1}{2} Cu_c^2 \Rightarrow \begin{cases} E_C(t_1 = 0) = 0,5 \times 2 \cdot 10^{-5} \times 6^2 = 36 \cdot 10^{-5} \text{ J} \\ E_C(t_2 = 3T) = 0,5 \times 2 \cdot 10^{-5} \times 2^2 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ J} \end{cases}$$

**5.2.7** L'énergie dissipée pendant 3T :

$$|\Delta E| = |(E_{Lt_2} + E_{Ct_2}) - (E_{Lt_1} + E_{Ct_1})| = |4 \cdot 10^{-5} - 36 \cdot 10^{-5}| = 32 \cdot 10^{-5} \text{ J}.$$

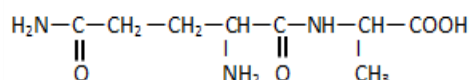
$$|\Delta E| = 32 \cdot 10^{-5} \text{ J}.$$

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1****(04 points)**

La glutaminylalanine, dipeptide formé à partir de la glutamine et de l'alanine, est un produit de dégradation incomplète de la digestion des protéines. Il est connu pour avoir des effets physiologiques.

**1.1. La molécule du dipeptide.**

La molécule de la glutaminylalanine est représentée par la formule ci-contre :



**1.1.1.** Recopier la formule. Encadrer les groupes fonctionnels et les nommer.

**(0,75 point)**

**1.1.2.** Repérer la liaison peptidique.

**(0,25 point)**

**1.1.3.** Repérer par un astérisque (\*) les atomes de carbone asymétriques dans la molécule.

**(0,25 point)****1.2. Etude de l'acide  $\alpha$ -aminé N-terminal du dipeptide.**

La glutamine, l'acide  $\alpha$ -aminé N-terminal du dipeptide, est l'acide aminé le plus abondant dans le sang et dans les muscles. Le corps est capable de synthétiser lui-même la L-glutamine que l'on retrouve aussi dans la viande, le poisson, les produits laitiers, les céréales et les légumineuses. Parmi les rôles de la L-glutamine, on peut citer l'amélioration des performances physiques, la réduction de la sensation de fatigue chez les joueurs de football...

**1.2.1.** Définir un acide  $\alpha$ -aminé.

**(0,25 point)**

**1.2.2.** Montrer que la molécule de glutamine est chirale.

**(0,25 point)**

**1.2.3.** Donner la représentation de Fisher de la L-glutamine

**(0,5 point)****1.3 Etude de l'acide  $\alpha$ -aminé C-terminal du dipeptide.**

L'alanine, l'acide  $\alpha$ -aminé C-terminal de la glutaminylalanine, est aussi un acide aminé qui se retrouve dans les mêmes sources alimentaires que la glutamine. Elle fait augmenter le taux de sucre dans le sang et contribue à la formation des globules blancs. Elle est donc indispensable au maintien d'une bonne santé.

**1.3.1.** En solution aqueuse la molécule d'alanine se présente sous forme d'un ion dipolaire entre autres espèces chimiques. Donner la formule et le nom de cet ion.

**(0,5 point)**

**1.3.2.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion dipolaire en milieu très acide puis en milieu très basique. Quels sont les couples acide-base auxquels participe l'ion dipolaire ?

**(0,75 point)**

**1.3.3.** Les pKa des couples précédents valent 2,3 et 9,9. Proposer un diagramme de prédominance des espèces d'une solution aqueuse d'alanine.

**(0,5 point)****EXERCICE 2****(04 points)**

L'éthanamine ou éthylamine, de formule  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ , est un composé organique azoté. Elle est utilisée comme solvant et comme matière première dans la synthèse de colorants et d'insecticides.

On se propose de vérifier que l'éthanamine est une base faible et de réaliser le dosage acido-basique d'une solution d'éthanamine.

**2.1. Basicité de l'éthanamine.**

Dans une première expérience, on mesure le pH d'une solution aqueuse d'éthanamine de concentration molaire volumique  $C_b = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On trouve  $\text{pH} = 11,4$ .

**2.1.1** Ces données prouvent-elles que l'éthanamine est une base faible? Justifier la réponse.

**(0,5 point)**

**2.1.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'éthanamine avec l'eau.

**(0,25 point).**

**2.1.3.** Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution aqueuse d'éthanamine et déterminer leurs concentrations molaires volumiques. En déduire le pKa du couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ / \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$

Le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ .

**(01 point)**

**2.2. Etude du dosage de l'éthanamine.**

Dans une deuxième expérience, on effectue le dosage pH-métrique d'un volume  $V_b' = 50 \text{ cm}^3$  de la solution d'éthanamine précédente par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ .

On obtient le tableau de mesures suivant :

$V_a (\text{cm}^3)$	0	4	8	12	16	20	24	26	27	28	29	30	31
pH	11,4	11,20	11,05	10,90	10,75	10,55	10,30	10,15	10,05	9,95	9,85	9,65	9,45

32	32,2	32,5	32,7	33	34	35	36	38	40	44	48
8,95	8,75	6,45	4,30	3,90	3,45	3,20	3,10	2,90	2,80	2,60	2,50

**2.2.1.** Faire un schéma annoté du dispositif de dosage. (0,25 point)

**2.2.2.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction support du dosage. (0,25 point)

**2.2.3.** Tracer la courbe  $\text{pH} = f(V_a)$ . Echelles : 1 cm pour 1 unité de pH et 1 cm pour 2  $\text{cm}^3$ . (0,75 point)

**2.2.4.** Déterminer graphiquement le point d'équivalence E ( $V_{aE}$ ,  $\text{pH}_E$ ). (0,5 point)

**2.2.5.** Quelle valeur de la concentration molaire volumique de la solution d'éthanamine peut-on déduire de cette expérience ? Comparer avec la valeur indiquée en 2.1 (0,5 point)

**EXERCICE 3****(04 points)**

Le triple saut est une discipline sportive appartenant à l'athlétisme, dont le nom donne une indication sur sa pratique. Les athlètes ont une course d'élan pour gagner de la vitesse et prennent leur impulsion avant une planche (située à 13 m, 11 m ou 9 m du sable).

Ils enchaînent trois sauts en ne touchant le sol qu'avec un seul pied ; on a dans l'ordre un « saut à cloche-pied ou saut initial », une « foulée bondissante » et un « saut final » (figure 1)

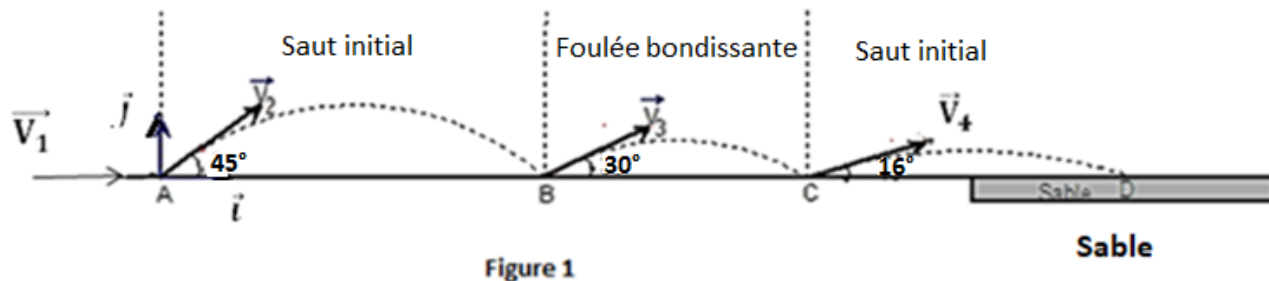


Figure 1

On se propose d'étudier la performance de l'athlète sénégalaise Kène NDOYE effectuant le triple saut aux Jeux Olympiques de Pékin en 2008.

Pour simplifier nous assimilons l'athlète à un corps ponctuel. Le sol est horizontal. On néglige les forces de frottement.

**3.1 La « course d'élan »**

Dans la course d'élan l'athlète, partie sans vitesse initiale, parcourt 32 m pour arriver au point A de la ligne d'envol avec une vitesse horizontale  $\vec{v}_1$  de norme  $8 \text{ m.s}^{-1}$ .

Le mouvement est supposé rectiligne uniformément varié pour cette phase. Evaluer l'accélération du mouvement et le temps mis par l'athlète sur ce parcours. (0,5 point)

**3.2 Le « saut initial »**

Arrivée en A, l'athlète « s'envole » avec une vitesse  $\vec{v}_2$  (de norme  $v_2 = 9,13 \text{ m.s}^{-1}$ ) faisant un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec l'horizontale. Dans cette phase le mouvement est rapporté à un repère  $(A, \vec{i}, \vec{j})$  de plan vertical. L'origine des espaces est prise en A et l'origine du temps  $t = 0$  au début du saut.

**3.2.1** Etablir les équations horaires du mouvement pendant cette phase. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile au cours du « saut initial ». (0,75 point)

**3.2.2** A l'issue du saut initial l'athlète touche le sol en B. Calculer la distance AB. En déduire la durée de ce saut. (0,5 point)

**3.2.3** Montrer que la valeur de la vitesse finale du « saut initial » est égale à  $9,13 \text{ m.s}^{-1}$ . (0,5 point)

.. / ... 3

**3.3 La « foulée bondissante »**

On suppose que la valeur de la vitesse initiale  $\vec{v}_3$ , de la « foulée bondissante » est égale à celle de la vitesse finale du « saut initial ». Le vecteur- vitesse  $\vec{v}_3$  fait un angle de  $30^\circ$  avec l'horizontale.

**3.3.1** Quelle est la nature de la trajectoire décrite par le mobile dans la foulée bondissante ? (0,25 point)

**3.3.2** A l'issue de la « foulée bondissante » l'athlète touche le sol en un point C tel que  $BC = 2$  m.

Calculer la durée de cette phase.

(0,5 point)

**3.4 Le « saut final »**

**3.4.1** L'athlète entame le « saut final » avec une vitesse  $\vec{v}_4$  (de norme  $9,13 \text{ m.s}^{-1}$ ) faisant un angle de  $16^\circ$  avec l'horizontale. Calculer la distance totale parcourue par Kène NDOYE à l'issue du « triple saut », distance représentant la performance de l'athlète. (0,5 point)

**3.4.2** Avec quelle vitesse aurait-elle dû s'élancer dans « le saut final » (l'angle gardant la même valeur) pour égaler le record olympique de 15,39 m détenu par la camerounaise Françoise MBANGO ? (0,5 point)

On donne :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

**EXERCICE 4**

(04 points)

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de déterminer la valeur de l'inductance ( $L$ ) d'une bobine et celle de la capacité ( $C$ ) d'un condensateur de leur laboratoire puis d'étudier les transformations et transferts d'énergie dans un circuit les associant.

La bobine est assimilée à un solénoïde de longueur  $\ell = 80 \text{ cm}$ , comportant  $N = 1280$  spires de surface  $S = 314 \text{ cm}^2$  chacune.

**4.1 Détermination de l'inductance de la bobine.**

Dans un premier temps, le groupe réalise le circuit électrique de la figure 2 comprenant la bobine, un générateur de tension continue ( $E = 6 \text{ V}$ ), un résistor de résistance  $R = 20 \Omega$  et un ampèremètre.

**4.1.1** Donner le nom du phénomène qui se produit au niveau de la bobine lorsque l'interrupteur K est fermé. (0,25 point)

**4.1.2** Reproduire le schéma de la bobine et représenter le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  qu'elle crée en son centre. (0,25 point)

**4.1.3** A partir des expressions du flux magnétique à travers la bobine, montrer que l'inductance s'écrit :

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S.$$

(0,5 point)

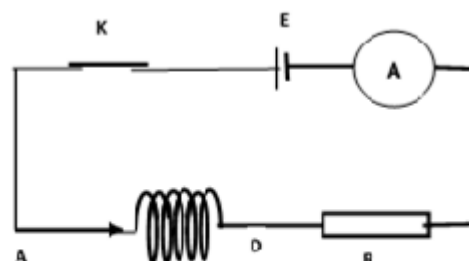


Figure 2

**4.2 Détermination de la capacité du condensateur et considérations d'énergie.**

Dans un second temps, le groupe réalise le montage en série de la bobine, du condensateur et du résistor (figure 3).

Le condensateur est initialement chargé (le circuit de charge n'est pas représenté sur la figure).

A la date  $t = 0$ , l'interrupteur K est fermé.

A l'aide d'un oscilloscope le groupe visualise l'évolution des tensions  $u_{AM}$  aux bornes du condensateur et  $u_{DM}$  aux bornes du résistor en fonction du temps (figure 4).

**4.2.1** Attribuer à chaque courbe la grandeur associée en justifiant. Quel phénomène explique la décroissance de l'amplitude de la courbe 1 ? (0,5 point)

**4.2.2** Donner la relation qui lie à chaque instant l'intensité  $i(t)$  et la charge  $q(t)$  ainsi que celle qui lie à chaque instant l'intensité  $i(t)$  et la tension  $u_{DM}(t)$ . Le sens arbitraire choisi pour l'orientation du circuit est sortant par rapport à l'armature du condensateur portant la charge  $q$ . (0,5 point)

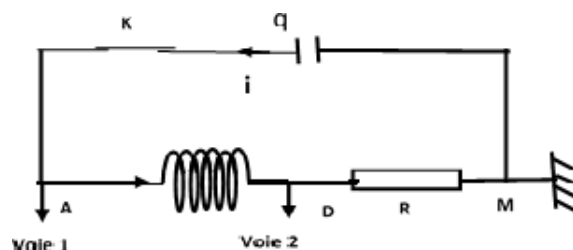


Figure 3



**4.2.3** A partir des expressions des tensions aux bornes des trois dipôles, montrer que l'équation différentielle vérifiée par  $u_{AM}(t)$  s'écrit :  $\frac{d^2(u_{AM})}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{d(u_{AM})}{dt} + \frac{u_{AM}}{LC} = 0$  (0,5 point)

Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période  $T$ . (0,25 point)

En déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur sachant que  $T$  est pratiquement égale à la période propre du dipôle (R L C). (0,25 point)

**4.2.4** Donner l'expression de l'énergie électromagnétique  $E_{e,m}$  du circuit en fonction de  $L$ ,  $C$ ,  $q$  et  $i$ . En déduire son expression en fonction des tensions  $u_{AM}$  et  $u_{DM}$  (0,5 point)

**4.2.5** A partir de l'expression établie précédemment et en utilisant la figure 4, calculer la valeur de  $E_{e,m}$  à la date  $t_2 = 14,7$  ms. En déduire la valeur de l'énergie dissipée entre les instants  $t_0 = 0$  ms et  $t_2 = 14,7$  ms. (0,5 point)

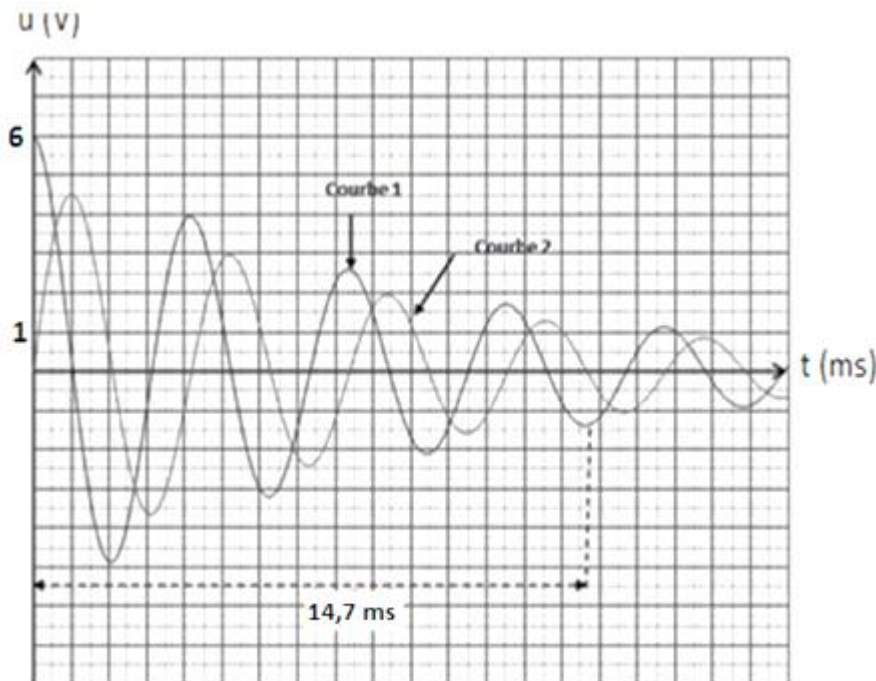


Figure 4

### EXERCICE 5 (4 points)

Le fer et le cobalt sont des métaux très utilisés dans l'industrie. Ils présentent des propriétés physiques assez voisines et sont des matériaux de base pour les aimants permanents.

Un laboratoire nucléaire décide de comparer d'abord la stabilité du noyau de **cobalt - 59** qui représente la quasi-totalité du cobalt naturel à celle du noyau de **fer - 59** radioisotope lourd utilisé comme traceur dans l'étude du métabolisme du fer, puis d'étudier la radioactivité du **fer - 59**.

#### 5.1 Etude comparative de la stabilité des noyaux de Fer-59 ( $^{59}_{26}\text{Fe}$ ) et de Cobalt-59 ( $^{59}_{27}\text{Co}$ )

**5.1.1** Donner la composition de chaque noyau. Préciser ce que les deux noyaux ont en commun. (0,5 point)

**5.1.2** Calculer en MeV les énergies de liaison  $E_\ell(^{59}_{26}\text{Fe})$  du fer-59 et  $E_\ell(^{59}_{27}\text{Co})$  du cobalt-59 (0,5 point).  
L'énergie de liaison d'un noyau  $^A_Z\text{X}$  de masse  $m(\text{X})$  est donnée par :  $E_\ell = [Z m_p + (A-Z) m_n - m(\text{X})] \cdot c^2$

**5.1.3** Les valeurs des énergies de liaison permettent-elles de comparer la stabilité des deux noyaux ? Justifier puis comparer la stabilité des noyaux  $^{59}_{26}\text{Fe}$  et  $^{59}_{27}\text{Co}$ . (0,5 point)

#### 5.2 Etude de la radioactivité du noyau de fer - 59

Le noyau de fer  $^{59}_{26}\text{Fe}$  se désintègre spontanément en noyau de cobalt avec émission d'une particule  $^A_Z\text{X}$

**5.2.1** Ecrire, en précisant les lois utilisées, l'équation de désintégration du fer 59 ( $^{59}_{26}\text{Fe}$ ). (0,5 point).

**5.2.2** Nommer la particule émise et expliquer son origine. (0,5 point)

**5.2.3** Pour déterminer l'activité initiale  $A_0$  d'un échantillon de  $^{59}_{26}\text{Fe}$  radioactif, le laboratoire dispose, à un instant pris comme origine du temps ( $t = 0$ ), d'un échantillon de masse  $m_0 = 1,5$  mg. La mesure de l'activité  $A(t)$  de cet échantillon chaque intervalle de dix jours, lui a permis de constater que

$$\frac{A(t)}{A(t+10)} = 1,17 \quad (t \text{ est exprimé en jours})$$

**5.2.3.1** Définir l'activité  $A(t)$  d'un échantillon radioactif et l'exprimer en fonction de  $A_0$ , de la constante radioactive  $\lambda$  et de la date  $t$ . (0,5 point)

**5.2.3.2** Calculer la valeur de  $\lambda$  et en déduire celle de la demi-vie  $T$ . (0,5 point)

**5.2.3.3** Calculer l'activité  $A_0$ . (0,25 point)

**5.2.4** Déterminer la masse de fer désintégrée à l'instant  $t = 10$  jours. (0,25 point)

**Données :**  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} / c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ; vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Masse des particules : Proton :  $m_p = 1,00728 \text{ u}$  ; neutron :  $m_n = 1,00867 \text{ u}$  ;

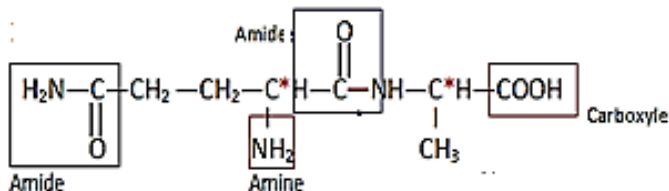
Masse des noyaux au repos :  $m(^{59}_{26}\text{Fe}) = 58,9348755 \text{ u}$  ;  $m(^{59}_{27}\text{Co}) = 58,9331950 \text{ u}$ .



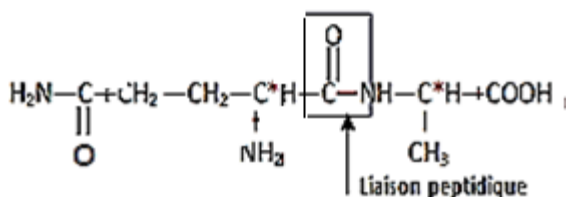
## CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE

### EXERCICE 1

1.1.1 Les groupes fonctionnels et leur :



1.1.2 Liaison peptidique :

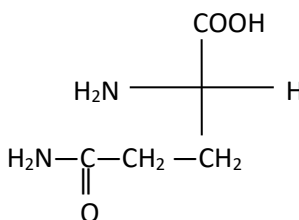


1.1.3 Les atomes de carbones asymétriques noté C\* sont au nombre de deux (voir formule ci-dessus).

1.2.1 Définition : un acide alpha aminé est un composé organique qui possède un groupe carboxyle et un groupe amino liés au même atome de carbone tétraédrique.

1.2.2 La molécule possède un atome de carbone asymétrique, elle est chirale.

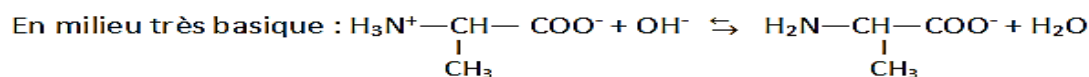
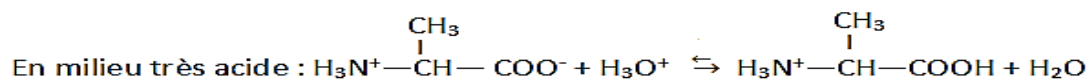
1.2.3 Représentation de Fisher de la L-glutamine :



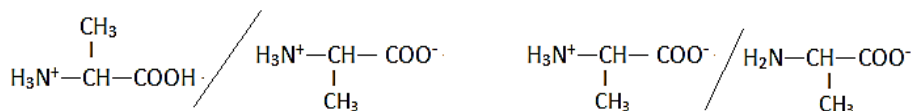
1.3.1 Formule et nom de l'ion :



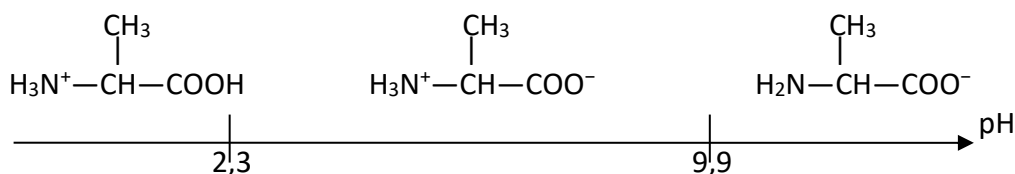
1.3.2 Réaction de l'amphion en milieu très acide et en milieu très basique et les couples associés:



Les couples acide-base :



1.3.3 Diagramme de prédominance des espèces :



## EXERCICE 2

### 2.1.1 Exploitation des données

$[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{11,4-14} = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} < C_b$  la solution d'éthanamine contient moins d'ions  $\text{OH}^-$  qu'une solution de monobase forte de même concentration : les données prouvent que l'éthanamine est une base faible

### 2.1.2 Equation-bilan de la réaction avec l'eau :



### 2.1.3 Inventaire des espèces : $\text{H}_3\text{O}^+$ ; $\text{OH}^-$ ; $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$ et $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ , les molécules d'eau sont ultramajoritaires

Déterminations des concentrations molaires :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11,4} = 3,98 \cdot 10^{-12} \text{ mol. L}^{-1}.$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{11,4-14} = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

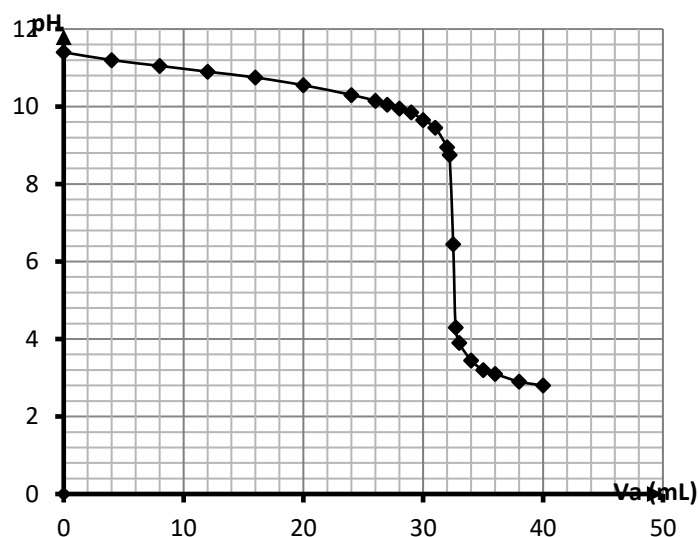
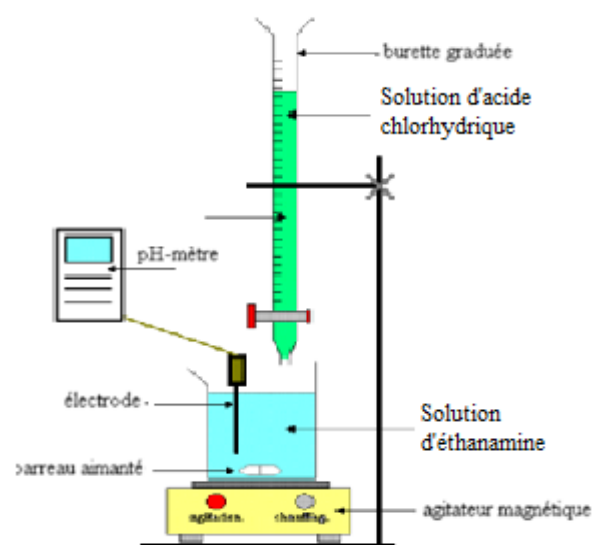
$$\text{L'équation d'électroneutralité} \Rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+] = [\text{OH}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{L'équation de conservation de la matière} \Rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2] = C_b - [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+] = 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

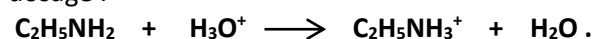
Déduction du  $\text{pK}_a$  :

$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \left[ \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+]} \right] = 11,4 - \log \frac{9,99 \cdot 10^{-3}}{2,51 \cdot 10^{-3}} = 10,8.$$

### 2.2.1 Schéma du dispositif du dosage :



### 2.2.2 Equation-bilan de la réaction support du dosage :



### 2.2.3 Courbe $\text{pH} = f(V_a)$ : voir ci-dessus

### 2.2.4 Le point équivalent peut être obtenu par la méthode des tangentes parallèles : $E(V_{aE} = 33 \text{ mL et } \text{pH}_E = 6,3)$ .

$$\text{2.2.5 Equivalence : } C_b V'_b = C_a V_{aE} \Rightarrow C_b = \frac{C_a V_{aE}}{V'_b} = \frac{0,02 \times 33}{50} = 1,32 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

Aux erreurs de mesures près la valeur de la concentration molaire déduite de cette expérience est sensiblement égale à celle donnée en 2.1.

### EXERCICE 3

#### 3.1 Accélération du mouvement :

Le mouvement étant rectiligne uniformément varié on a

$$V_1^2 - V_0^2 = 2a \times OA \Rightarrow a = \frac{V_1^2 - V_0^2}{2 \times OA} = \frac{8^2 - 0}{2 \times 32} = 1 \text{ m.s}^{-2}.$$

$$\text{Le temps mis par l'athlète : } a = \frac{V_1 - V_0}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{V_1 - V_0}{a} = \frac{8 - 0}{1} = 8 \text{ s.}$$

#### 3.2.1 Les équations horaires :

Application du théorème du centre d'inertie  $\Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x = c_1 \\ v_y = -gt + c_2 \end{cases} \quad \text{à } t = 0 \begin{cases} v_x = v_2 \cos \alpha \\ v_y = v_2 \sin \alpha \end{cases} \quad \text{on tire } \begin{cases} v_x = v_2 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_2 \sin \alpha \end{cases}$$
$$\Rightarrow \begin{cases} x = v_2 \cos \alpha \cdot t + C_3 \\ y = -\frac{gt^2}{2} + v_2 \sin \alpha \cdot t + C_4 \end{cases} \quad \text{à } t = 0 \quad x = 0 \text{ et } y = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = v_2 \cos \alpha \cdot t \\ y = -\frac{gt^2}{2} + v_2 \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

$$\text{Equation de la trajectoire : } x = v_2 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{v_2 \cos \alpha} \Rightarrow y = -\frac{g}{2 \cdot v_2^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

#### 3.2.2 Distance AB :

$$\text{Au sol en B, } y = 0 \Rightarrow x = \frac{v_2^2 \sin(2\alpha)}{g} = \frac{9,13^2 \sin(2 \times 45)}{9,8} = 8,5 \text{ m} \quad \mathbf{AB = 8,5 m.}$$

$$\text{Durée du saut : } t = \frac{x}{v_2 \cos \alpha} = \frac{AB}{v_2 \cos \alpha} = \frac{8,5}{9,13 \cdot \cos 45} = 1,32 \text{ s.}$$

#### 3.2.3 Valeur de la vitesse finale du saut initial

Application du théorème de l'énergie cinétique entre A et B  $\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_{A \rightarrow B}^{\vec{P}} = 0 \Rightarrow v_A = v_B$  donc la vitesse finale du saut initial est égale à 9,13 m/s.

#### 3.3.1 La trajectoire décrite dans la foulée bondissante est parabolique.

#### 3.3.2 Calcul de la durée :

$$BC = v_3 \cos 30^\circ \cdot t \Rightarrow t = \frac{BC}{v_3 \cos 30^\circ} = \frac{2}{9,13 \cdot \cos 30^\circ} = 0,25 \text{ s.}$$

#### 3.4.1 Distance totale parcourue par l'athlète :

$$\text{Distance parcourue au saut final : } CD = \frac{v_4^2 \sin(2 \times 16)}{g} = \frac{9,13^2 \sin(2 \times 16)}{9,8} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Distance totale parcourue } D_{\text{totale}} = AB + BC + CD = 8,5 + 2 + 4,5 = 15 \text{ m.}$$

#### 3.4.2 La Vitesse qu'elle aurait du avoir :

La distance qui serait parcourue au saut final:  $CD' = D'_{\text{totale}} - (AB + BC) = 15,39 - 10,5 = 4,89 \text{ m.}$

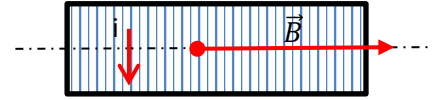
$$CD' = \frac{v_4'^2 \sin(2 \times 16)}{g} \Rightarrow v_4' = \sqrt{\frac{CD' \times g}{\sin(32)}} = \sqrt{\frac{4,89 \times 9,8}{\sin(32)}} = 9,51 \text{ m.s}^{-1}.$$

#### EXERCICE 4

##### 4.1.1 Nom du phénomène :

Lorsque qu'on ferme l'interrupteur on a le phénomène d'auto-induction.

##### 4.1.2 Schéma et vecteur champ magnétique :



##### 4.1.3 Expression de l'inductance :

$$\Phi = NBS \text{ or } B = \frac{\mu_0 Ni}{\ell} \Rightarrow \Phi = N \frac{\mu_0 Ni}{\ell} S = \frac{\mu_0 N^2 i}{\ell} S \text{ or } L = \frac{\Phi}{i} \Rightarrow L = \frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}$$

$$\text{Calcul de l'inductance : } L = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [1280]^2 \cdot 314 \cdot 10^{-4}}{0,8} = 0,081 \text{ H} = \mathbf{81 \text{ mH}}.$$

##### 4.2.1 Attribution des courbes :

Le condensateur étant chargé à  $t=0$  donc  $u_C = u_{AM} \neq 0$  : **courbe 1 ( $u_{AM}$ ) et courbe 2 ( $u_{DM}$ )**.

Le phénomène expliquant la décroissance de l'amplitude de la courbe 1 : **c'est la perte d'énergie par effet joule.**

##### 4.2.2 Relations :

$$i = -\frac{dq}{dt} \text{ et } u_{DM} = R \cdot i.$$

##### 4.2.3 Equation différentielle :

$$u_{AM} = u_{AD} + u_{DM} \Rightarrow u_{AM} = L \frac{di}{dt} + Ri \text{ or } i = -\frac{dq}{dt} \text{ et } q = Cu_{AM} \Rightarrow i = -C \frac{du_{AM}}{dt} \text{ et } \frac{di}{dt} = -C \frac{d^2 u_{AM}}{dt^2}$$

$$\Rightarrow u_{AM} = -LC \frac{d^2 u_{AM}}{dt^2} - RC \frac{du_{AM}}{dt} \Rightarrow u_{AM} + LC \frac{d^2 u_{AM}}{dt^2} + RC \frac{du_{AM}}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{d^2 u_{AM}}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{LC} u_{AM} = 0$$

La pseudo-période : graphiquement  $3,5T=14,7 \text{ ms}$   $T = \frac{14,7}{3,5} = \mathbf{4,2 \text{ ms}}$ .

Valeur de la capacité :  $T \approx T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow LC = \frac{T^2}{4\pi^2} \Rightarrow C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$   $C = \frac{(4,2 \cdot 10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 0,081} = \mathbf{5,6 \cdot 10^{-6} F}$ .

##### 4.2.4 Expression de l'énergie électromagnétique :

$$E_{e,m} = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \text{ avec } q = Cu_{AM} \Rightarrow u_{DM} = R \cdot i \Rightarrow E_{e,m} = \frac{1}{2} L \left\{ \frac{u_{DM}}{R} \right\}^2 + \frac{1}{2} Cu_{AM}^2$$

##### 4.2.5 Valeur de $E_{e,m}(t = 14,7 \text{ ms})$

$$E_{e,m} = E_{\text{condensateur}} = \frac{1}{2} Cu_{AM}^2 = \frac{1}{2} \times 5,6 \cdot 10^{-6} \times (1,4)^2 = \mathbf{5,49 \cdot 10^{-6} J}$$

L'énergie dissipée :  $E_{\text{dissipée}} = |E_{e,m}(t = 14,7 \text{ ms}) - E_{e,m}(t = 0)|$

$$E_{e,m}(t = 0) = E_{\text{condensateur}} = \frac{1}{2} Cu_{AM}^2 = \frac{1}{2} \times 5,6 \cdot 10^{-6} \times (6)^2 = 100,8 \cdot 10^{-6} J$$

$$E_{\text{dissipée}} = \mathbf{100,8 \cdot 10^{-6} - 5,49 \cdot 10^{-6} = 9,53 \cdot 10^{-5} J}$$

#### EXERCICE 5

##### 5.1.1 Composition des noyaux :

$${}^{59}_{26}\text{Fe} \begin{cases} \mathbf{26 \text{ protons}} \\ \mathbf{33 \text{ neutrons}} \end{cases} \quad {}^{59}_{27}\text{Co} \begin{cases} \mathbf{27 \text{ protons}} \\ \mathbf{32 \text{ neutrons}} \end{cases}$$

Les deux noyaux ont en commun le même nombre de nucléons.

### 5.1.2 Calcul des énergies de liaison :

$$E_L = \Delta m \cdot c^2 \quad E_L(^{59}_{26}\text{Fe}) = [26 \times 1,00728 + 33 \times 1,00867 - 58,9348755] \times 931,5 = \mathbf{503,49 \text{ MeV.}}$$

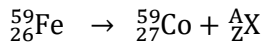
$$E_L(^{59}_{27}\text{Co}) = [27 \times 1,00728 + 32 \times 1,00867 - 58,9331950] \times 931,5 = \mathbf{503,76 \text{ MeV.}}$$

### 5.1.3 Comparaison de la stabilité des noyaux :

La stabilité d'un noyau est déterminée par la valeur de son énergie de liaison par nucléon. Comme les deux noyaux ont le même nombre de nucléons, la comparaison des énergies de liaison suffit pour comparer leur stabilité.

Le cobalt-59 est plus stable que le fer-59.

### 5.2.1 Equation de désintégration du fer :



$$\begin{cases} 59 = 59 + A \Rightarrow A = 0: \text{ loi de conservation du nombre de nucléons} \\ 26 = 27 + Z \Rightarrow Z = -1: \text{ loi de conservation du nombre de charge} \end{cases} \Rightarrow {}^A_Z\text{X} = {}^0_{-1}\text{e}$$

### 5.2.2 La particule émise et son origine :

La particule émise est un électron  ${}^0_{-1}\text{e}$  : l'émission d'un électron par un noyau s'explique par la transformation d'un neutron en proton :  ${}^1_0\text{n} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^1_1\text{p}$

#### 5.2.3.1 Définition de l'activité :

L'activité d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations par unité de temps

Expression de l'activité :  $A = A_0 e^{-\lambda t}$

#### 5.2.3.2 Calcul de la valeur de $\lambda$ :

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A(t+10) = A_0 e^{-\lambda(t+10)} \Rightarrow \frac{A(t)}{A(t+10)} = \frac{A_0 e^{-\lambda t}}{A_0 e^{-\lambda(t+10)}} \\ \Rightarrow \frac{A(t)}{A(t+10)} = \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda(t+10)}} = 1,17 \Rightarrow e^{10\lambda} = 1,17 \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 1,17}{10} = \mathbf{1,57 \cdot 10^{-2} \text{ Jour}^{-1}}$$

$$\text{La demi-vie } T : T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{1,57 \cdot 10^{-2}} = \mathbf{44,1 \text{ jours.}}$$

#### 5.2.3.3 Calcul de $A_0$ :

$$A_0 = \lambda N_0 = \lambda \cdot \frac{m_0}{m(^{59}_{26}\text{Fe})} = \frac{1,57 \cdot 10^{-2}}{24 \times 3600} \times \frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{58,9331950 \times 1,66 \cdot 10^{-27}} = \mathbf{2,79 \cdot 10^{12} \text{ Bq.}}$$

### 5.2.4 Masse de fer désintégrée à $t = 10$ jours :

$$m_{\text{desint}} = m_0 - m_0 e^{-\lambda t} = m_0 (1 - e^{-\lambda t}) = 1,5 \times (1 - e^{-1,57 \cdot 10^{-2} \times 10}) = \mathbf{0,218 \text{ mg.}}$$

**SCIENCES PHYSIQUES**

*Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.*

**EXERCICE 1 (04 points)**

L'acétone ou propanone ( $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ ), liquide à température ordinaire, est un solvant très utilisé dans l'industrie et en laboratoire. On l'utilise en particulier comme dissolvant de colles ou pour le dégraissage industriel. L'acétone permet également de fabriquer des matières plastiques et des médicaments.

Un laborantin met au point un protocole expérimental permettant de synthétiser la propanone et de suivre l'évolution de la réaction de synthèse au cours du temps.

**1.1** Il réalise la synthèse de la propanone par oxydation du propan-2-ol par l'ion dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) en milieu acide.

**1.1.1** Ecrire le groupement fonctionnel de la propanone et dire à quelle famille elle appartient.

(0,5 pt)

**1.1.2** Montrer à partir des demi-équations des couples mis en jeu que l'équation-bilan de la réaction chimique s'écrit :  $3 \text{C}_3\text{H}_8\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$

(0,75 pt)

Couples oxydants /réducteurs mis en jeu:

- couple ion dichromate/ion chrome (III) ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ )
- couple propanone/propan-2-ol ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}/\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ )

**1.2** Pour suivre l'évolution, au cours du temps, de la quantité de matière (n) de propanone formée, le laborantin introduit dans un erlenmeyer un volume  $V_1 = 50 \text{ mL}$  de solution de dichromate de potassium de concentration molaire  $C_1 = 2.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , un volume  $V_a = 49 \text{ mL}$  d'une solution d'acide sulfurique concentrée et un volume  $V_2 = 1 \text{ mL}$  de propan-2-ol. Le mélange est ensuite immédiatement réparti équitablement dans 10 tubes à essais.

**1.2.1** Calculer les quantités de matière initiales  $n_{01}$  d'ions dichromate et  $n_{02}$  de propan-2-ol présents dans un tube à essais. En déduire le réactif limitant.

(0,75 pt)

Données : masse volumique du propan-2-ol  $\rho = 0,785 \text{ g/mL}$ ; masse molaire  $M = 60,0 \text{ g/mol}$ .

**1.2.2** Une méthode appropriée de dosage a permis de déterminer la quantité de matière  $n_r$  d'ions dichromate restant dans un tube à l'instant t.

Montrer que la quantité de matière, n, de propanone formée à l'instant t s'exprime par :  $n (\text{mmol}) = 3 (1 - n_r)$  avec  $n_r$  en mmol.

(0,5 pt)

**1.2.3** Reproduire le tableau ci-après sur la copie et le compléter.

(0,25 pt)

t (min)	0	1	2	3	4	6	10	15	20	25
$n_r$ (mmol)	1,00	0,92	0,87	0,83	0,81	0,78	0,74	0,72	0,71	0,71
n (mmol)										

**1.2.4** Tracer le graphe  $n = f(t)$ . Echelle : 1 cm  $\rightarrow$  2 min ; 1 cm  $\rightarrow$  0,1 mmol

(0,50 pt)

**1.2.5** Déterminer les vitesses instantanées de formation aux dates  $t_1 = 3 \text{ min}$  et  $t_2 = 15 \text{ min}$ . Justifier brièvement l'évolution de cette vitesse.

(0,75 pt)

**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.

(0,75 pt)

.../... 2

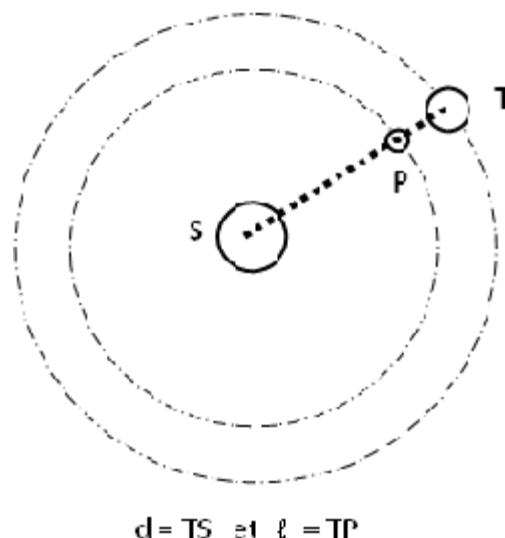
- 2.1.2** La D-leucine présente des propriétés antalgiques utilisées en médecine dans le traitement de la douleur. La L-leucine a une saveur sucrée et elle est utilisée comme additif alimentaire.  
Ecrire les représentations de Fischer de la L-leucine et de la D-Leucine. (0,5 pt)
- 2.2** Dans la solution 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. (0,25 pt)  
**2.2.2** L'amphion intervient dans deux couples acide/base. Ecrire ces couples acide/base. (0,5 pt)
- 2.3** On fait réagir la leucine avec un acide  $\alpha$ -aminé A de formule  $R-CH(NH_2)-COOH$  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. (0,5 pt)  
**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. (0,5 pt)  
**2.3.3** On veut synthétiser le dipeptide pour lequel la leucine est l'acide  $\alpha$ -aminé N-terminal. Préciser les différentes étapes de cette synthèse (il n'est pas demandé d'écrire les équations de réaction de ces étapes). (01 pt)  
 $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**EXERCICE 3 (04 points)**

La sonde spatiale SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) est un satellite qui a été mis en orbite par la fusée ATLAS II. Elle a pour mission d'étudier la structure interne du soleil, la chaleur de son atmosphère et les origines du vent solaire.

Dans ce qui suit, on étudie le mouvement de la sonde.

- 3.1** Au décollage, le mouvement de la fusée ATLAS II est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. La fusée et son équipement (y compris la sonde) ont une masse  $M = 850$  tonnes supposée constante durant le décollage. La force de poussée  $\vec{F}$  générée par les propulseurs de la fusée a une intensité égale à  $16 \cdot 10^6 \text{ N}$  durant la phase de décollage.  
**3.1.1** Déterminer la valeur algébrique de l'accélération du centre d'inertie de la fusée durant le décollage sachant que le repère d'espace choisi est l'axe vertical (OZ) orienté vers le haut et que le centre d'inertie de la fusée est initialement confondu avec l'origine O. (0,5 pt)  
**3.1.2** Etablir la loi horaire de son altitude  $z(t)$  durant cette phase. Calculer l'altitude à la date  $t = 15 \text{ s}$ . (0,5 pt)
- 3.2** Le Soleil, de centre S et de masse  $M_S$  et la Terre de centre T et de masse  $M_T$ , sont considérés comme des astres présentant une répartition de masse à symétrie sphérique. On admet que la Terre décrit autour du Soleil, d'un mouvement uniforme, une orbite circulaire de centre S et de rayon  $d$ . Sa période de révolution est de 365,25 jours.  
**3.2.1** On suppose que la Terre ne subit que l'action du Soleil. Exprimer la vitesse angulaire de la Terre sur son orbite en fonction de  $G$ ,  $M_S$  et  $d$ . (0,5 pt)  
**3.2.2** En déduire la valeur de la masse  $M_S$  du Soleil. (0,25 pt)  
**3.2.3** Le satellite SOHO, assimilé à un point matériel P de masse  $m$ , est placé à un endroit très particulier du système solaire, le point de Lagrange  $L_1$ , situé à la distance  $\ell$  du centre de la Terre. Il décrit autour du Soleil, d'un mouvement uniforme, une orbite circulaire de rayon  $b = d - \ell$ .  
Les centres de S, P et T sont constamment alignés.  
**3.2.3.1** A quelle vitesse angulaire SOHO tourne-t-il autour du Soleil ? Justifier la réponse. (0,25 pt)  
**3.2.3.2** Faire l'inventaire des forces qui agissent sur le satellite P. Les représenter sur un schéma. (0,5 pt)  
**3.2.3.3** En appliquant le théorème du centre d'inertie au satellite et en tenant compte du résultat obtenu à la question 3.2.1, établir la relation entre  $d$ ,  $\ell$  et le rapport des masses  $\frac{M_T}{M_S}$ , (0,5 pt)





**3.2.3.4.** Tenant compte du fait que le point de Lagrange  $L_1$  est situé beaucoup plus près du centre de la Terre que de celui du Soleil, on peut faire l'approximation  $\frac{\ell}{d} \ll 1$ .

Etablir alors la relation :  $\left(\frac{\ell}{d}\right)^3 = \frac{M_T}{3 M_S}$

Calculer la distance  $\ell$  situant le point de Lagrange à la Terre.

**(0,5 pt)**

**3.3** Quel est l'avantage d'un satellite comme SOHO par rapport à des observatoires terrestres?

**(0,25 pt)**

**3.4** D'après un article extrait d'un hebdomadaire de vulgarisation scientifique « *SOHO est le premier observatoire spatial à être placé à un endroit très particulier du système solaire le point de Lagrange  $L_1$  du nom d'un mathématicien français qui en a découvert l'existence... A cet endroit précis où l'attraction du Soleil équilibre très exactement l'attraction de la Terre, le satellite spatial peut observer le Soleil 24h sur 24* ».

L'information fournie par cet article selon laquelle SOHO est situé à un endroit précis où l'attraction du Soleil équilibre très exactement l'attraction de la Terre est-elle compatible avec le mouvement circulaire uniforme de SOHO autour du Soleil ? Justifier la réponse.

**(0,25 pt)**

Données : masse de la Terre  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ; distance Terre-Soleil  $d = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$  ;

Constante de gravitation  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$  ; intensité du champ de gravitation terrestre au sol,  $g_0 = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$ .

#### **EXERCICE 4** (04 points)

**NB** : Il n'est pas demandé de rendre les documents 1,2 et 3 de la page 4 avec la feuille de copie. Toutefois on expliquera succinctement l'exploitation faite de ces documents pour répondre aux questions.

Pour étudier le phénomène de résonance au laboratoire, un groupe d'élèves réalise un circuit (R, L, C) série. Pour cela, ils disposent d'un GBF qui fournit une tension alternative sinusoïdale de fréquence  $N$  réglable, un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \, \Omega$ , un condensateur de capacité  $C = 5 \, \mu\text{F}$ , une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$ .

**4.1** Les élèves visualisent sur la voie  $Y_1$  de l'oscilloscope la variation au cours du temps de la tension  $u_G(t)$  aux bornes du générateur et sur la voie  $Y_2$  la variation au cours du temps de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor.

**4.1.1** Faire le schéma du montage qu'ils ont réalisé en y indiquant clairement les connexions à faire à l'oscilloscope pour visualiser  $u_G(t)$  et  $u_R(t)$ .

**(0,5 pt)**

**4.1.2** Expliquer pourquoi la variation de la tension  $u_R(t)$  leur donne en même temps l'allure de la variation de l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit.

**(0,25 pt)**

**4.2** Sur l'écran de l'oscilloscope, sont observés les oscillogrammes reproduits sur le document 1 avec les réglages suivants : Sensibilité verticale voie  $Y_1$  : 5V/div ; voie  $Y_2$  : 0,5V/div ; Sensibilité horizontale : 1ms/div.

**4.2.1** Déterminer :

- la fréquence  $N$  de la tension délivrée par le générateur ;
- la tension maximale  $U_m$  aux bornes du générateur ;
- l'intensité maximale  $I_m$  du courant.

**(01,25 pt)**

**4.2.2** Déterminer le déphasage de la tension aux bornes du générateur sur l'intensité du courant.

**(0,5 pt)**

**4.2.3** Sur un schéma représentant l'aspect de l'écran, montrer comment se positionnerait la courbe 1 visualisée sur la voie ( $Y_1$ ) par rapport à la courbe 2 visualisée sur la voie ( $Y_2$ ) à la résonance d'intensité (On tracera l'allure des deux courbes).

**(0,25 pt)**

**4.3** En maintenant la tension maximale aux bornes du générateur constante, les élèves ont fait varier la fréquence  $N$  du GBF et relevé l'intensité efficace  $I$  du courant à l'aide d'un ampèremètre.

Les mesures ainsi réalisées leur ont permis de tracer la courbe  $I = f(N)$  du document 2.

**4.3.1** Déterminer graphiquement la fréquence  $N_0$  et l'intensité efficace  $I_0$  à la résonance d'intensité. En déduire l'inductance  $L$  de la bobine.

**(0,75 pt)**

**4.3.2** Déterminer la bande passante des fréquences et le facteur de qualité. Donner la signification physique du facteur de qualité.

**(0,5 pt)**

**EXERCICE 5 (04 points)**

Les fentes de Young permettent, entre autres dispositifs, de mettre en évidence le phénomène d'interférences lumineuses.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, des élèves doivent établir expérimentalement la relation entre la distance  $a$  qui sépare les fentes de Young et l'interfrange  $i$ . Pour ce faire, ils réalisent le dispositif interférentiel de Young. La source laser  $S$ , équidistante des deux fentes, produit une radiation lumineuse de longueur d'onde  $\lambda$ .

L'écran, parallèle au plan des fentes, est placé à une distance  $D = 1,000$  m dudit plan.

La distance  $a$  entre les fentes est réglable (document 3).

Une fois le protocole validé par le professeur, les élèves mesurent l'interfrange  $i$  pour différentes valeurs de la distance  $a$  entre les fentes et calculent le produit  $i \cdot a$ .

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après.

$a$ ( $10^{-3}m$ )	0,10	0,20	0,30	0,40
$i$ ( $10^{-3}m$ )	6,5	3,3	2,2	1,6
$i \cdot a$				

**5.1** Expliquer qualitativement le phénomène d'interférences lumineuses observé sur l'écran.

Quel caractère de la lumière l'expérience d'interférences lumineuses met en évidence ? **(0,5 pt)**

**5.2** Pour un point  $M$  de l'écran, d'abscisse  $x$ , la différence de marche est donnée par :

$\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$ . Quelle condition doit remplir la différence de marche pour que le point  $M$  soit le milieu d'une frange obscure ? Exprimer dans ce cas l'abscisse  $x$  du point  $M$  en fonction de  $\lambda$ ,  $D$ ,  $a$  et  $k$  (entier naturel). **(0,5 pt)**

**5.3** Définir l'interfrange. Etablir son expression en fonction de  $\lambda$ ,  $D$  et  $a$ . **(0,5 pt).**

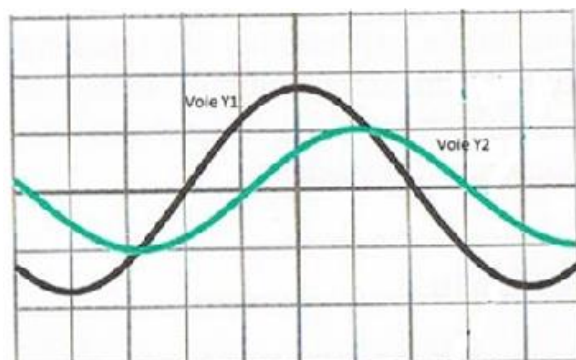
**5.4**

**5.4.1** Reproduire le tableau ci-dessus et le compléter. Vérifier que l'interfrange  $i$  est inversement proportionnel à la distance  $a$  qui sépare les fentes. Ce résultat est-il en accord avec la réponse fournie à la question 5-3 ? **(01,25 pt)**

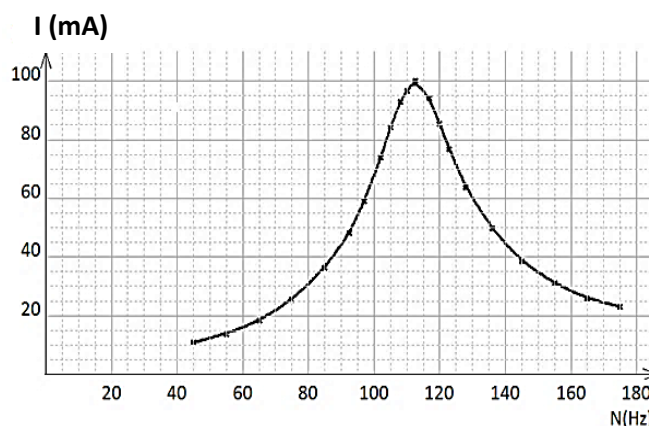
**5.4.2** En déduire la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation émise par le laser **(0,5 pt).**

**5.5** Les élèves éclairent ensuite, avec le laser, une cellule photoélectrique. Le travail d'extraction est  $W_0 = 1,9$  eV. Quel phénomène observent-ils? Justifier la réponse. Préciser le caractère de la lumière mis en évidence dans ce cas. **(0,75 pt)**

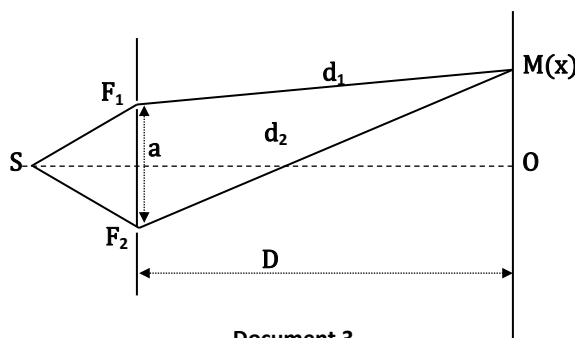
**Données :**  $1\text{eV} = 1,610^{-19}$  J ; constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s ;  
vitesse de la lumière dans le vide  $C = 3,000 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>



Document 1



Document 2



Document 3



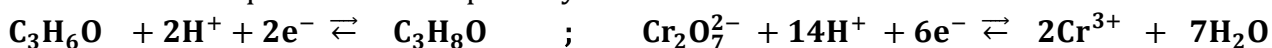
## Corrigé de l'épreuve de sciences physiques

### EXERCICE 1

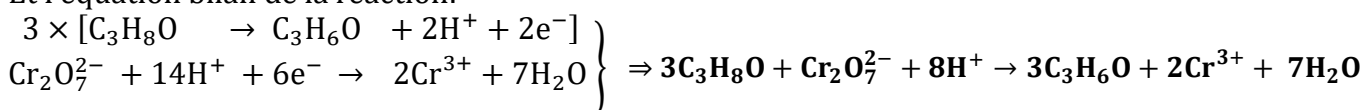
1.1. .

1.1.1. Groupe fonctionnel de la propanone :  $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—}$  Famille des cétones.

1.1.2. Les demi-équations des couples oxydant-réducteurs:



Et l'équation bilan de la réaction:



1.2.

1.2.1. Les quantités de matières initiales :

En ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  :  $n_{01} = \frac{C_1 V_1}{10} = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

En propan-2-ol :  $n_{02} = \frac{\rho \cdot V_2}{10 \cdot M} = 1,31 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

Le réactif limitant : on a  $\frac{n_{01}}{1} = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  et  $\frac{n_{02}}{3} = \frac{1,31 \cdot 10^{-3}}{3} = 0,44 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow \frac{n_{02}}{3} < \frac{n_{01}}{1} \Rightarrow$

**Le propan-2-ol est le réactif limitant.**

1.2.2. Quantité de matière n de propanone formée :

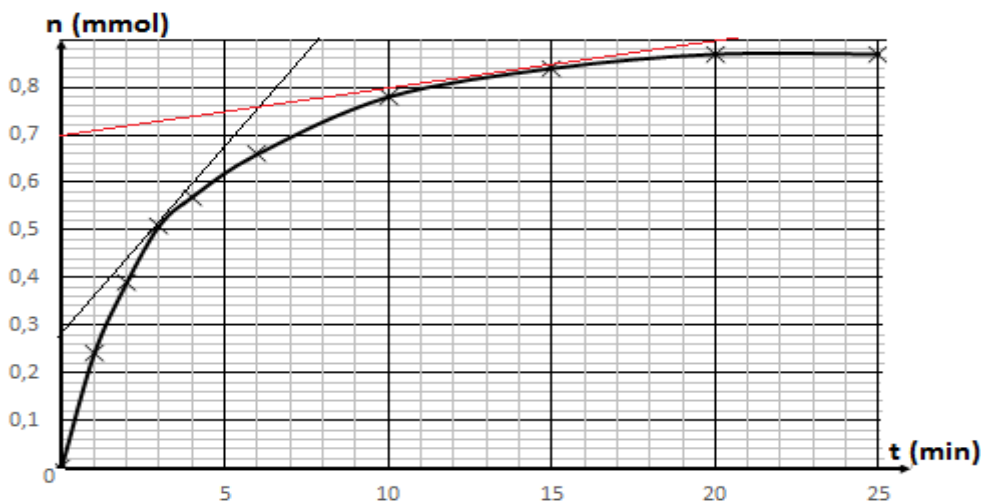
$$\frac{n}{3} = \frac{n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{réagi})}}{1} \quad \text{or} \quad n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{réagi})} = n_{01} - n_r \Rightarrow n = 3(n_{01} - n_r) \Rightarrow$$

$$n = 3(1 \cdot 10^{-3} - n_r), \text{ relation où } n_r \text{ et } n \text{ sont exprimés en mol}$$

On en déduit :  $n = 3(1 - n_r)$  avec n et  $n_r$  en mmol.

1.2.3.

t (min)	0	1	2	3	4	6	10	15	20	25
$n_r$ (mmol)	1,00	0,92	0,87	0,83	0,81	0,78	0,74	0,72	0,71	0,71
n (mmol)	0,00	0,24	0,39	0,51	0,57	0,66	0,78	0,84	0,87	0,87

1.2.4. Courbe  $n = f(t)$ Courbe  $n = f(t)$

1.2.5. Vitesses de formation :

$$V(t_1 = 3 \text{ min}) \approx 7,57 \cdot 10^{-2} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}; V(t_2 = 15 \text{ min}) \approx 1,01 \cdot 10^{-2} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}.$$

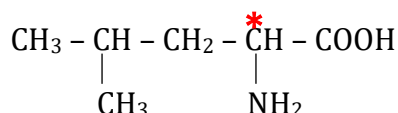
La vitesse de formation diminue au cours du temps car la quantité de matière des réactifs diminue.

## EXERCICE 2

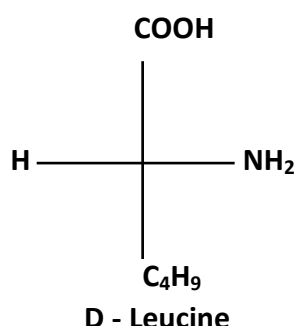
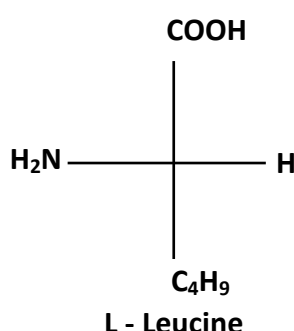
2.1. .

2.1.1. Nom officiel de la leucine : **acide 2-amino-4-méthylpentanoïque**

La molécule de leucine est chirale car elle possède un seul atome de carbone asymétrique. C'est l'atome de carbone marqué ci-dessous par un astérisque.

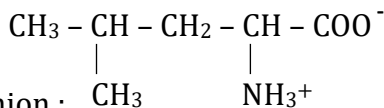


2.1.2. Représentations de Fischer :

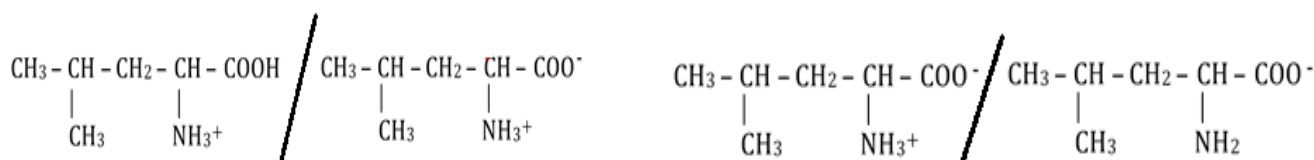


2.2. .

2.2.1. Formule de l'amphion :



2.2.2. Les couples associés à l'amphion :

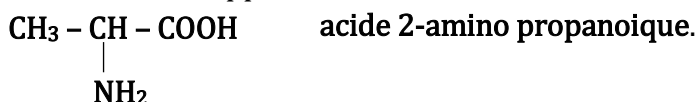


2.3. .

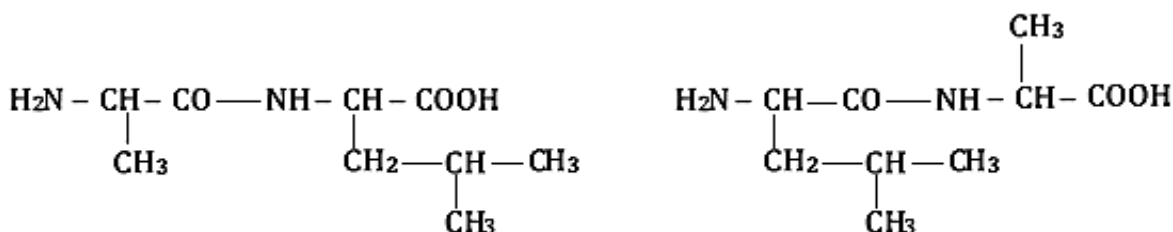
2.3.1.  $M(A) + M(\text{Leucine}) = M(\text{dipeptide}) + M(\text{H}_2\text{O})$

$$\Rightarrow M(R) + 205 = 202 + 18 \Rightarrow M(R) = 15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}. \quad \text{R est le radical méthyl } -\text{CH}_3.$$

La formule semi-développée de A est alors :



2.3.2 Formules semi-développées des deux dipeptides.



### 2.3.3 Les étapes de la synthèse :

- Bloquer le groupe amino de la leucine et le groupe carboxyle de A.
- Activer le groupe carboxyle de la leucine et le groupe amino de A.
- Faire réagir les deux composés obtenus ci-dessus.
- Après réaction, débloquent les groupements amino et carboxyle qui étaient bloqués.

### EXERCICE 3

#### 3.1. .

##### 3.1.1. Référentiel terrestre supposé galiléen

Système : fusée ;

Bilan des forces extérieures : poids  $\vec{P}$  et force de poussée  $\vec{F}$  ;

Théorème du centre d'inertie. :  $\vec{P} + \vec{F} = M\vec{a}$

$$\Rightarrow F - P = M \cdot a_z \Rightarrow a_z = \frac{F}{M} - g. \quad \text{A.N: } a_z = \frac{16 \cdot 10^6}{8,5 \cdot 10^5} - 9,8 = 9,0 \text{ m.s}^{-2}.$$

##### 3.1.2. Loi de variation $z(t)$ : $a_z = \text{constante}$ avec vitesse initiale nulle $\Rightarrow V_z = a_z t + C$

$$\text{or à } t = 0, V_z = V_{0z} = 0 \Rightarrow C = 0 \Rightarrow V_z = a_z t \Rightarrow z = \frac{1}{2} a_z t^2 + C'; \quad \text{à } t = 0, z = 0 \Rightarrow z = \frac{1}{2} a_z t^2$$

$$z = 4,51 \cdot t^2$$

$$\text{Altitude à la date } t = 15 \text{ s} : z = 4,51 \cdot (15)^2 = 1014 \text{ m}; \quad z = 1,0 \text{ km}$$

#### 3.2. .

##### 3.2.1. Expression de la vitesse angulaire de la Terre :

Le mouvement de la Terre est circulaire est uniforme  $\Rightarrow$  l'accélération est normale  $\Rightarrow a = a_n = \frac{G \cdot M_s}{d^2}$

$$\text{or } a_n = \omega^2 d \Rightarrow \omega^2 d = \frac{G \cdot M_s}{d^2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{G \cdot M_s}{d^3} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{G \cdot M_s}{d^3}}$$

##### 3.2.2. Valeur de la masse du Soleil :

$$\omega^2 = \frac{G \cdot M_s}{d^3} \Rightarrow M_s = \frac{\omega^2 \cdot d^3}{G} = \frac{4\pi^2 \cdot d^3}{T^2 G}. \quad \text{A.N: } M_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}.$$

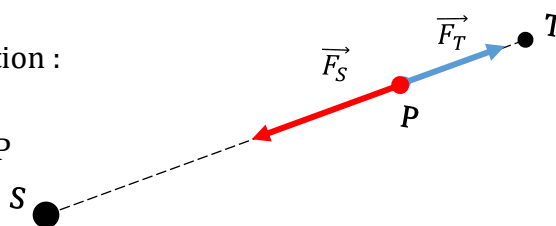
#### 3.2.3. .

3.2.3.1. SOHO tourne d'un mouvement circulaire uniforme autour du Soleil comme la Terre ; les points S, P et T étant constamment alignés, **SOHO a la même vitesse angulaire que la Terre** :  $\omega_{\text{Soho}} = \omega_T$ . Cependant le rayon de sa trajectoire est  $d - \ell$ .

##### 3.2.3.2. Forces qui agissent sur P et leur représentation :

$\vec{F}_S$  = force de gravitation exercée par le Soleil sur P.

$\vec{F}_T$  = force de gravitation exercée par la Terre sur P



##### 3.2.3.3. Relation entre $\frac{M_T}{M_s}$ , $d$ et $\ell$ :

$$\text{Théorème du centre d'inertie : } \vec{F}_S + \vec{F}_T = m \cdot \vec{a}. \quad \Rightarrow F_S - F_T = m \cdot a_n \Rightarrow \frac{G \cdot M_s \cdot m}{b^2} - \frac{G \cdot M_T \cdot m}{\ell^2} = m \cdot a_n$$

$$\Rightarrow \frac{G \cdot M_s \cdot m}{b^2} - \frac{G \cdot M_T \cdot m}{\ell^2} = m \omega^2 b \Rightarrow \frac{G M_s}{b^2} - \frac{G M_T}{\ell^2} = \omega^2 b; \quad \text{or } \omega^2 = \frac{G \cdot M_s}{d^3} \Rightarrow \frac{G M_s}{b^2} - \frac{G M_T}{\ell^2} = \frac{G M_s}{d^3} b$$

$$b = (d - \ell) \Rightarrow \frac{M_s}{(d - \ell)^2} - \frac{M_s}{d^3} (d - \ell) = \frac{M_T}{\ell^2} \Rightarrow \ell^2 \left( \frac{1}{(d - \ell)^2} - \frac{(d - \ell)}{d^3} \right) = \frac{M_T}{M_s}$$

**3.2.3.4. Relation**  $\left(\frac{\ell}{d}\right)^3 = \frac{M_T}{3M_S}$

$$\text{on a : } \ell^2 \left( \frac{1}{(d-\ell)^2} - \frac{(d-\ell)}{d^3} \right) = \ell^2 \left( \frac{d^3}{(d-\ell)^2 d^3} - \frac{(d-\ell)^3}{(d-\ell)^2 d^3} \right) = \ell^2 \left( \frac{d^3 - (d-\ell)^3}{(d-\ell)^2 d^3} \right)$$

$$\Rightarrow \ell^2 \left( \frac{d^3 - d^3 \left(1 - \frac{\ell}{d}\right)^3}{\left(1 - \frac{\ell}{d}\right)^2 d^5} \right) = \frac{M_T}{M_S} ; \text{ on pose } \frac{\ell}{d} = \varepsilon \Rightarrow 1 - \frac{\ell}{d} = 1 - \varepsilon$$

$$\text{Dès lors : } \ell^2 \left( \frac{d^3 - d^3 \left(1 - \frac{\ell}{d}\right)^3}{\left(1 - \frac{\ell}{d}\right)^2 d^5} \right) = \ell^2 \left( \frac{d^3 (1 - (1-\varepsilon)^3)}{(1-\varepsilon)^2 d^5} \right) \approx \ell^2 \left( \frac{3\varepsilon}{d^2} \right) \text{ si on fait l'approximation } (1 - \varepsilon)^n \approx 1 - n\varepsilon$$

$$\text{or } \varepsilon = \frac{\ell}{d} \Rightarrow \ell^2 \left( \frac{3\varepsilon}{d^2} \right) = \frac{3\ell^3}{d^3} \Rightarrow \frac{3\ell^3}{d^3} = \frac{M_T}{M_S} \Rightarrow \left(\frac{\ell}{d}\right)^3 = \frac{M_T}{3M_S} ; \text{ d'où } \ell = d \times \sqrt[3]{\frac{M_T}{3M_S}}$$

AN :  $\ell = 1,5 \cdot 10^6 \text{ km}$ .

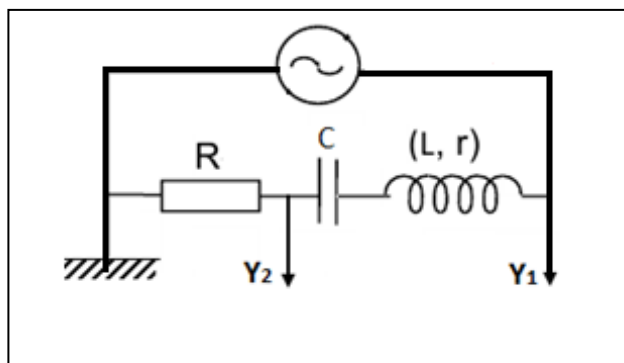
**3.3.** Un satellite tel que SOHO qui tourne d'un mouvement circulaire uniforme autour du Soleil permet d'observer le Soleil de façon continue. Un observatoire terrestre ne permet pas cela à cause de la rotation de la Terre sur elle-même au cours de son mouvement autour du Soleil.

**3.4.** Cette information n'est pas compatible avec le fait que SOHO effectue un mouvement circulaire uniforme autour du Soleil. En effet si l'attraction terrestre et celle du Soleil sur P s'équilibraient on aurait  $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$  et en conséquence P devrait rester immobile dans le référentiel d'étude ou en mouvement rectiligne uniforme conformément au principe de l'inertie.

#### EXERCICE 4

**4.1. .**

**4.1.1.**



**4.1.2.** Les grandeurs  $i(t)$  et  $u_{R(t)}$  sont proportionnelles d'après la loi d'Ohm ( $u_R = R \cdot i$ ); en conséquence les courbes qui les représentent ont la même allure.

**4.2. .**

**4.2.1.** Fréquence  $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-3}} = 125 \text{ Hz}$ .

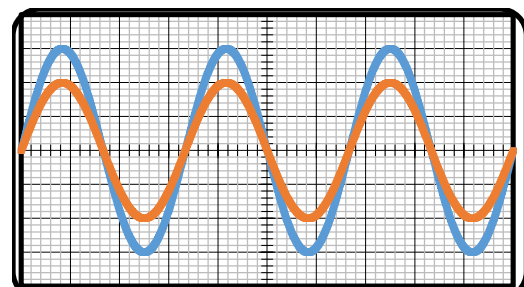
Tension maximale aux bornes du GBF :  $U_m = 1,8 \times 5 = 9 \text{ V}$ .

Intensité maximale :  $I_m = \frac{U_{Rmax}}{R} = \frac{1 \times 0,5}{50} = 10 \text{ mA}$ .

**4.2.2.** Déphasage de la tension par rapport à l'intensité :

$u_G$  est en avance sur  $i$   $\varphi_{u/i} = \frac{2\pi \times 1}{8} = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ .

**4.2.3.** A la résonance d'intensité on aurait les deux tensions  $u_R(t)$  et  $u_G(t)$  en phase. L'allure des courbes 1 et 2 est schématisée ci-contre.



4.3. .

4.3.1. A la résonance :  $N_0 = 112,5 \text{ Hz}$  et  $I_0 = 100 \text{ mA}$ .

Inductance de la bobine :

$$LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 C} = \frac{1}{4\pi^2 \times 112,5^2 \times 5 \cdot 10^{-6}} = 0,4 \text{ H}.$$

4.3.2. Bande passante : pour  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$  on déduit graphiquement  $\Delta N \approx 20 \text{ Hz}$ .

Facteur de qualité :  $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{112,5}{20} = 5,6$ .

Q renseigne sur l'acuité de la résonance. Plus Q est grand plus la résonance est aigue, plus la bande passante est petite.

## EXERCICE 5

5.1. Le phénomène d'interférences lumineuses résulte de la superposition de radiations issues de sources lumineuses cohérentes ; il se traduit au niveau de l'écran par l'observation de franges brillantes qui alternent avec des franges sombres.

L'expérience des interférences lumineuses met en évidence le caractère ondulatoire de la lumière.

5.2.

Pour que le point M d'abscisse x soit sur une frange sombre, la différence de marche  $\delta$  doit être un multiple impair de demi-longueur d'onde :  $\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} = \frac{a \cdot x}{D} \Rightarrow$

$$x = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a} = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}.$$

5.3. L'interfrange est la distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature.

$$x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{a}$$

5.4. .

5.4.1. Tableau :

a (10 <sup>-3</sup> m)	0,10	0,20	0,30	0,40
i (10 <sup>-3</sup> m)	6,5	3,3	2,2	1,6
a.i (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> )	0,65	0,66	0,66	0,64

Le tableau montre que le produit  $i \cdot a = \text{cste} = C \approx 0,65 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \Rightarrow i = C \frac{1}{a}$ .

L'interfrange i est donc inversement proportionnelle à la distance a entre les sources. Ce qui est en accord avec l'expression établie en 5.3. En effet on a :  $i = \frac{\lambda D}{a} = \lambda \cdot D \frac{1}{a} = \text{cste} \times \frac{1}{a}$ .

5.4.2. Longueur d'onde :  $\lambda \cdot D = i \cdot a = 0,65 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \lambda = \frac{0,65 \cdot 10^{-6}}{D} = \frac{0,65 \cdot 10^{-6}}{1} = 0,65 \cdot 10^{-6} \quad \lambda = 650 \text{ nm}.$

5.5.  $W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{1,9 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow \lambda_0 = 6,53 \cdot 10^{-7} \text{ m}; \quad \lambda_0 = 653 \text{ nm}.$

On a bien  $\lambda < \lambda_0 \Rightarrow$  il y a émission d'électrons par la cathode de la cellule : c'est l'effet photoélectrique.

L'effet photoélectrique met en évidence le caractère corpusculaire de la lumière.

**SCIENCES PHYSIQUES**

*Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.*

**EXERCICE 1 : (04 points).**

On donne :

Densité de l'anhydride éthanóïque :  $d = 1,082$  ;

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

La chimie organique de synthèse est utilisée comme palliatif à celle de l'extraction des composés naturels qui est souvent plus onéreuse. L'anhydride éthanóïque, composé organique de formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-CO-O-CO-CH}_3$ , est utilisé pour la synthèse de l'aspirine, du paracétamol et des esters.

**1.1.** Cet anhydride peut se préparer par déshydratation intermoléculaire de l'acide éthanóïque en présence d'un déshydratant.

Ecrire l'équation bilan de la réaction de déshydratation et préciser le déshydratant **(0,5 point)**

**1.2.** Proposer une autre méthode de synthèse de l'anhydride éthanóïque.

Ecrire l'équation bilan de cette réaction de synthèse. **(0,5 point)**

**1.3.** Un technicien d'une industrie agroalimentaire se propose de préparer l'éthanoate de 3-méthylbutyle, appelé aussi ester de banane, à partir de l'anhydride éthanóïque.

**1-3-1.** Ecrire la formule semi-développée de l'éthanoate de 3-méthylbutyle. **(0,5 point)**

**1-3-2.** Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool que le technicien doit faire réagir avec l'anhydride éthanóïque pour la préparation de cet ester de banane. **(0,5 point)**

**1-3-3.** Ecrire l'équation bilan de cette réaction de synthèse. **(0,5 point)**

**1-3-4.** Le technicien aurait pu utiliser l'acide éthanóïque à la place de l'anhydride éthanóïque.

Indiquer les différences de caractéristiques entre les deux types de réactions de synthèses de l'ester de banane. **(0,5 point)**

**1-3-5.** Pour la préparation de l'ester de banane, le technicien a introduit dans un erlenmeyer, 5,0 mL d'anhydride éthanóïque et une masse  $m_A = 3,0$  g d'alcool. La réaction terminée, il a obtenu une masse  $m_E = 3,3$  g d'éthanoate de 3-méthylbutyle après séparation et purification.

Déterminer le rendement de la réaction de synthèse de l'ester de banane. **(01 point)**

**EXERCICE 2 (04 points).**

Données :  $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$  ;  $pK_a(\text{acide conjugué/triméthylamine}) = 9,9$ .

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution aqueuse  $S_0$  de triméthylamine porte les indications suivantes : Triméthylamine  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$  à 45 % en masse ; densité :  $d = 0,86$  ; masse molaire :

$M((\text{CH}_3)_3\text{N}) = 59,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Le vinaigre est une solution aqueuse d'acide éthanóïque. Pour faire disparaître l'odeur désagréable due à la triméthylamine dans le poisson, une recette empirique consiste à ajouter du citron ou du vinaigre dans la poêle contenant le poisson à cuire.

**2-1.** Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide éthanóïque et la triméthylamine. **(0,25 point)**

**2-2.** Calculer la constante d'équilibre  $K_e$  associée à cette réaction. Conclure. **(0,5 point)**

**2-3.** Montrer que la concentration molaire volumique théorique  $C_0^{\text{th}}$  de la solution  $S_0$  peut s'exprimer par

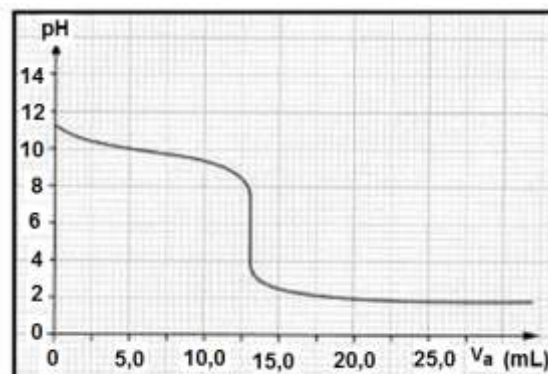
la relation  $C_0^{\text{th}} = \frac{450 \text{ d}}{M((\text{CH}_3)_3\text{N})}$ . En déduire la valeur de  $C_0^{\text{th}}$ . **(01 point)**

**2-4.** On dilue 100 fois un volume  $V_p = 10$  mL, prélevé de la solution  $S_0$ . La nouvelle solution obtenue est notée  $S_1$ . Indiquer le protocole expérimental de préparation de la solution  $S_1$  en précisant le matériel utilisé. **(0,75 point)**



**2-6.** On prélève un volume  $V_1 = 10 \text{ mL}$  de la solution  $S_1$  que l'on dose, par une solution  $S_a$  d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

La courbe de la figure ci-contre donne l'évolution du pH du mélange réactionnel obtenu en fonction du volume  $V_a$  d'acide chlorhydrique versé progressivement.



**2-6-1.** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage de la solution  $S_1$ . **(0,25 point).**

**2-6-2.** Déterminer la concentration  $C_1$  de la solution  $S_1$ . **(0,5 point)**

**2-6-3.** En déduire la concentration molaire volumique expérimentale, notée  $C_0^{\text{exp}}$ , de la solution  $S_0$ .  
La comparer à la concentration théorique  $C_0^{\text{th}}$  puis conclure. **(0,5 point).**

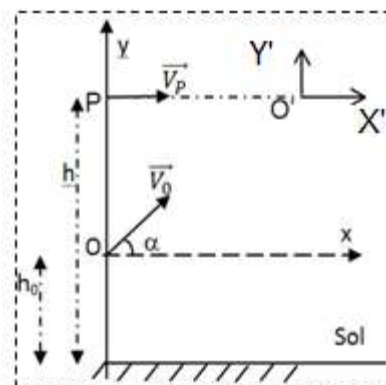
**2-6-4.** Retrouver, graphiquement et en justifiant, la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple acide/base de la triméthylamine. **(0,25 point).**

### EXERCICE 3 **(04 points).**

Donnée : intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ . Les mobiles sont assimilés à des points matériels. Leurs mouvements sont étudiés dans le plan vertical rapporté au repère  $(Ox, Oy)$ .

Pour mettre en pratique une partie de ses connaissances un élève de terminale S se comporte comme un chasseur. Il cherche alors à atteindre, avec une flèche, un pigeon en mouvement rectiligne, horizontal. Le pigeon de masse  $m_p = 400 \text{ g}$  est à une altitude  $h$  du sol et se déplace avec une vitesse constante de module  $V_p = 12,6 \text{ ms}^{-1}$ . A un instant  $t_0 = 0$ , le pigeon passe par un point P situé à la verticale du chasseur. Au même instant le chasseur lui envoie une flèche avec une vitesse initiale  $\vec{V}_0$  faisant un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec l'horizontale.

La flèche a une masse  $m_f = 50 \text{ g}$ . La pointe de la flèche est partie d'un point O d'altitude  $h_0 = 1,2 \text{ m}$  avec la vitesse  $\vec{V}_0$  de module  $v_0 = 25 \text{ ms}^{-1}$ .



(figure pour exercice 3).

**3-1.** Etablir les équations horaires des mouvements du pigeon et de la flèche. **(0,75 point).**

**3-2.** Etablir les équations des trajectoires du pigeon et de la flèche. Préciser la nature de chaque trajectoire. **(01 point)**

**3-3.** La flèche atteint le pigeon à la date  $t_1 = 0,9 \text{ s}$  en un point  $O'$ .

**3-3-1.** Déterminer l'altitude  $h$  de vol du pigeon. **(0,25 point).**

**3-3-2.** Déterminer les coordonnées du point  $O'$ . **(0,25 point).**

**3-3-3.** Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de la flèche à l'instant où elle rencontre le pigeon. **(0,5 point)**

**3-4.** Juste après la rencontre, le pigeon et la flèche forment un solide de centre d'inertie G. La vitesse, en  $O'$ , de ce centre d'inertie vaut  $V_{O'} = 16,0 \text{ m.s}^{-1}$  et fait un angle  $\beta = 10^\circ$  avec l'horizontale.

**3-4-1.** Calculer la norme de la vitesse du centre d'inertie G à l'instant où il touche le sol. **(0,5 point)**

**3-4-2.** Calculer durée de la chute de l'ensemble (pigeon + flèche). **(0,25 point).**

**3-4-3.** Déterminer, dans le système d'axes  $(Ox, Oy)$ , les coordonnées du point de chute du centre d'inertie G. **(0,5 point)**

### EXERCICE 4 **(04 points).**

Un flash d'appareil photographique est un dispositif produisant une lumière intense pendant une durée très brève. On l'utilise en général pour éclairer un sujet, une scène ou pour fixer des mouvements rapides. Il est alimenté par deux piles de  $1,5 \text{ V}$  chacune. Un système électronique transforme cette tension d'alimentation en une tension  $U = 330 \text{ V}$  pour qu'elle puisse charger un condensateur de capacité  $C = 200 \mu\text{F} \pm 10 \%$ .

Afin d'obtenir la tension  $U$  nécessaire, la tension d'alimentation est dans un premier temps convertie en une tension alternative pour être ensuite élevée dans un transformateur. On obtient à la sortie du transformateur une tension alternative qu'il faut redresser et filtrer pour obtenir la tension continue  $U$ .

#### 4.1. Etude du flash

**4.1.1.** Calculer l'énergie électrique  $E_c$  stockée dans le condensateur de ce flash lorsqu'il est chargé.

On prendra  $C = 200 \mu\text{F}$  pour cette question.

(0,25 point)

**4.1.2.** Le flash est déclenché grâce à l'énergie totale stockée dans le condensateur qui provoque un éclair d'une durée d'environ une milliseconde. Calculer la puissance électrique  $P_e$  consommée pour produire cet éclair

(0,25 point)

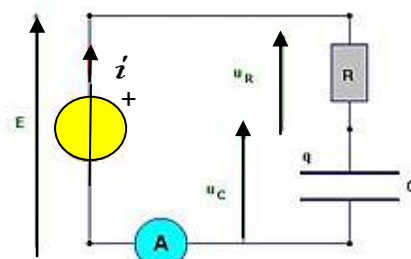
**4.1.3.** Indiquer la raison pour laquelle on doit élever la tension avant de l'appliquer aux bornes du condensateur.

(0,25 point)

#### 4.2. Étude expérimentale du circuit RC.

Un groupe d'élèves se propose de vérifier la valeur de la capacité  $C$  de ce condensateur en réalisant le montage de la figure ci-contre dans lequel la force électromotrice du générateur de tension continue est  $E = 6 \text{ V}$ .

A la date  $t_0 = 0$ , le condensateur étant déchargé, ils ferment le circuit et parviennent à dresser le tableau de mesures suivant :



t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
i (μA)	48	36,1	27,1	20,4	15,3	11,5	8,6	6,6	4,9	3,7	2,8

**4.2.1.** Calculer la valeur de la résistance  $R$  du circuit.

(0,25 point)

**4.2.2.** Tracer la courbe traduisant les variations de l'intensité du courant en fonction du temps :

$i = f(t)$ . Echelle : 2 cm pour 10 s ; 2 cm pour 5 μA.

(01 point)

**4.2.3.** Les élèves démontrent que l'intensité du courant électrique varie en fonction du temps selon

la loi exprimée par :  $i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

**4.2.3.1.** Préciser les significations des grandeurs physiques notées par les lettres  $\tau$  et  $I_0$ .

(0,5 point)

**4.2.3.2.** Calculer l'intensité du courant dans le circuit à la date  $t = \tau$ .

(0,5 point)

**4.2.3.3.** Déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$  et en déduire la valeur de la capacité  $C$  de ce condensateur. Ce résultat est-il conforme aux indications du fabricant ?

(01 point)

#### EXERCICE 5 (04 points).

Au cours d'une séance d'observation du ciel, des astronomes ont pu enregistrer, par hasard, le spectre de la lumière d'un astre qui a traversé furtivement le champ de leur télescope. Le diagramme du document 1 est celui des niveaux d'énergie de l'un des éléments mis en évidence par le spectre obtenu.

**5-1.** Une transition correspondant à l'une des raies de ce spectre y est représentée par une flèche.

La raie correspondante est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? Justifier. (0,5 point)

**5-2.** On donne les tableaux (document 2) de quelques longueurs d'onde de raies d'émission de différents éléments. Identifier l'élément mis en évidence par cette raie. (0,5 point)

**5-3.** Les valeurs des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont données par la relation

$$E_n = - \frac{E_0}{n^2} \text{ avec } n \text{ entier supérieur ou égal à } 1 \text{ et } n = 1 \text{ correspondant au niveau fondamental.}$$

**5-3-1.** Montrer qu'aucune transition s'effectuant directement entre un état excité de l'atome d'hydrogène et son état fondamental ne se produit avec émission de lumière visible.

(0,75 point)

**5-3-2.** On éclaire des atomes d'hydrogène dans l'état fondamental, avec des radiations pour lesquelles les quanta d'énergie ont successivement les valeurs 8,2 eV ; 10,2 eV ; 10,7 eV et 14,6 eV.

Quelles radiations peuvent être absorbées ? Quel est alors l'état final du système noyau-électron ?

(01 point)

**5.3.3.** Balmer et Rydberg ont proposé l'expression suivante donnant les longueurs d'onde- des raies optiques,  $\frac{1}{\lambda_n} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  où n est entier et  $R_H$  une constante dite constante de Rydberg.

**5-3-3-1** Etablir l'expression de  $R_H$  en fonction de  $E_0$ , de la célérité C de la lumière et de la constante de Planck h.

(0,5 point)

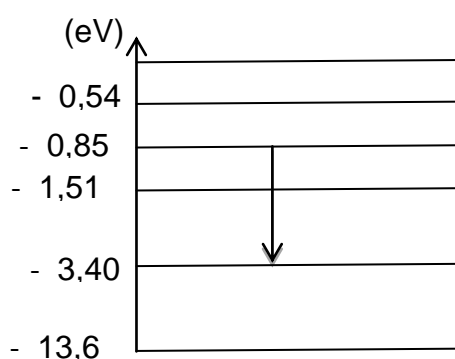
**5-3-3-2** Faire l'application numérique.

(0,25 point)

**5-3-3-3** Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde de la raie  $\alpha$ , correspondant à  $n = 3$ .

(0,5 point)

**Document 1 :** Diagramme d'énergie.



**Document 2 :** Quelques longueurs d'onde en micromètre ( $\mu\text{m}$ ) des raies d'éléments.

Elément azote ; $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ ).											
396	404	424	445	463	480	505	555	575	595	648	661

Elément oxygène ; $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )						
391	397	420	442	465	616	700

Elément hydrogène ; $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )				
397	412	436	488	656

**Données :**  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$  ;  $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ; Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .

**FIN DU SUJET**

**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04 points)**

La tyrosine est l'un des composés organiques participant à la biosynthèse des protéines. Elle intervient dans la synthèse de la mélanine, le pigment naturel de la peau et des cheveux. Elle est considérée comme un antioxydant et a aussi une action sur la dépression ou l'anxiété.

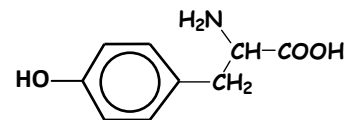
Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter  $C_xH_yO_zN_t$  et d'étudier quelques unes de ses propriétés chimiques.

**1.1** La combustion de 648 mg de tyrosine donne 1,42 g de dioxyde de carbone et 354 mg d'eau. On suppose que l'hydrogène du composé est complètement oxydé en eau et le carbone en dioxyde de carbone.

A partir des résultats de cette combustion, calculer les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans la tyrosine. En déduire la formule brute de la tyrosine sachant que sa molécule contient un seul atome d'azote et que sa masse molaire est de  $181 \text{ g.mol}^{-1}$  **(0,5 pt).**

**1.2** La formule semi-développée de la tyrosine est écrite ci-contre :

Recopier la formule et encadrer le groupe fonctionnel caractéristique des acides  $\alpha$  aminés présent dans la molécule de tyrosine.



**(0,5 pt).**

**1.3** Dans la suite on adopte pour la formule semi-développée de la tyrosine l'écriture simplifiée  $\mathcal{R}-CH_2-CHNH_2-COOH$  et on suppose que le groupement  $\mathcal{R}$  ne participe à aucune réaction.

**1.3.1** Montrer que la molécule de tyrosine est chirale puis donner les représentations de Fischer des configurations L et D de la tyrosine. **(0,75 pt).**

**1.3.2** En solution aqueuse, la tyrosine existe sous la forme d'un amphion.

Ecrire la formule semi-développée de l'amphion et indiquer les couples acide/base qui lui correspondent. **(0,25 pt).**

**1.3.3** En solution aqueuse, il existe une valeur de pH appelé pH du point isoélectrique, notée  $pH_i$ , où la concentration de l'amphion est maximale. Les  $pK_a$  des couples acide/base associés à l'amphion ont les valeurs  $pK_{a1} = 2,2$  et  $pK_{a2} = 9,1$ .

Etablir la relation entre  $pH_i$ ,  $pK_{a1}$  et  $pK_{a2}$ . En déduire la valeur de  $pH_i$  pour la tyrosine. **(0,75 pt).**

**1.3.4** On désire synthétiser un dipeptide à partir de la tyrosine et de l'alanine de formule  $CH_3-CHNH_2-COOH$ .

a) Indiquer le nombre de dipeptides qu'on peut théoriquement obtenir à partir d'un mélange de tyrosine et d'alanine. **(0,5 pt).**

b) Indiquer les différentes étapes de la synthèse du dipeptide tyrosine-alanine où la tyrosine est N-terminal. **(0,75 pt).**

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

**EXERCICE 2 (04 points)**

**Donnée** : Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience  $V_0 = 24 \text{ L.mol}^{-1}$ .

En travaux pratiques, un groupe d'élèves se propose d'étudier la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer. Pour cela, ils introduisent, dans un ballon, de la poudre de fer en excès avant d'ajouter 50 mL d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Ils mesurent ensuite le volume  $V$  de dihydrogène formé au cours du temps tout en maintenant constante la température du milieu réactionnel. Enfin ils déterminent la concentration molaire des ions hydronium  $H_3O^+$  restant dans la solution dont le volume  $V_s = 50 \text{ mL}$  est considéré comme constant. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :  $Fe + 2H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2H_2O$

**2.1** Montrer qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction ; pour cela retrouver l'équation-bilan à partir de demi-équations électroniques et préciser les couples rédox mis en jeu. **(0,5 pt)**

**2.2.** En tenant compte de l'équation-bilan, montrer que la concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  restant en solution à une date  $t$ , s'écrit :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1(1 - \frac{V}{60})$  avec  $V$  volume du dihydrogène formé, en mL, à la date considérée. **(0,5 pt)**

**2.3.1.** Recopier le tableau de mesures ci-dessous, le compléter et tracer la courbe

$[\text{H}_3\text{O}^+] = f(t)$  en utilisant l'échelle : 1 cm  $\rightarrow$  5 min ; 1 cm  $\rightarrow$   $1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . **(0,75 pt)**

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	75	90
V (mL)	0,0	15,0	22,0	26,0	28,0	29,5	30,0	31,0	32,0
$[\text{H}_3\text{O}^+]$ en $10^{-2} \text{ mol/L}$									

**2.3.2.** Définir la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à une date  $t$ . **(0,25 pt)**

**2.3.3.** Déterminer graphiquement la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à la date  $t_1 = 10 \text{ min}$  puis à  $t_2 = 75 \text{ min}$ . **(0,75 pt)**

**2.3.4.** Comment évolue la vitesse de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  au cours du temps ? Justifier l'évolution de cette vitesse. **(0,5 pt)**

**2.3.5.** Déterminer les quantités de matière des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$  aux dates  $t_1 = 10 \text{ min}$  et  $t_2 = 75 \text{ min}$ . **(0,5 pt)**

Les résultats trouvés pour les ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  sont-ils en accord avec la réponse à la question 2.3.4 ? **(0,25 pt)**

### EXERCICE 3 **(03,5 points).**

Les satellites géostationnaires sont utilisés, entre autres, en télécommunication, en météorologie et dans le domaine militaire. Ils ont pour rôle de recevoir et de réémettre, vers une zone couvrant une partie de la surface terrestre, des signaux électromagnétiques.

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement circulaire d'un satellite géostationnaire dans le référentiel géocentrique supposé galiléen et de déterminer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par un tel satellite.

**3.1.** Enoncer la loi de gravitation universelle puis donner, schéma à l'appui, sa formulation vectorielle. **(0,5 pt)**

**3.2.** En déduire l'expression vectorielle du champ de gravitation terrestre  $\vec{g}$  à l'altitude  $h$ . Etablir alors l'expression de  $g$  en fonction de sa valeur  $g_0$  au sol, de l'altitude  $h$  et du rayon  $R$  de la Terre. **(0,5 pt)**

**3.3.** Montrer que le mouvement du satellite géostationnaire est uniforme. **(0,5 pt)**

**3.4.** Etablir, en fonction de  $g_0$ ,  $R$  et  $h$ , l'expression de la vitesse  $v$  du satellite sur son orbite et celle de sa période  $T$ . **(0,5 pt)**

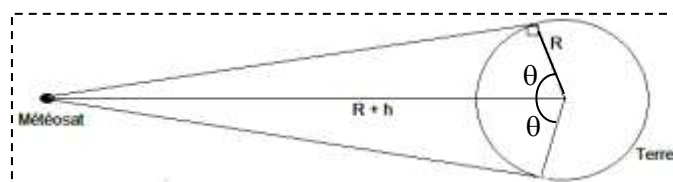
**3.5.** a) Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? **(0,25 pt)**

b) Montrer, par un calcul, que l'altitude du satellite géostationnaire vaut  $h = 3,58 \cdot 10^4 \text{ km}$ . **(0,5 pt)**

**3-6** Météosat-8 est un de ces satellites géostationnaires.

**3-6-1** Calculer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par Météosat-8. **(0,5 pt)**

**3-6-2** Dire si les observations faites par Météosat-8 concernent toujours la même zone de la Terre ou non. **(0,25 pt).**



**On donne :**

- La surface  $S$  de la calotte sphérique de rayon  $R$ , vue sous l'angle  $2\theta$  depuis le centre de la Terre est donnée par :  $S = 2 \pi R^2 (1 - \cos \theta)$ .
- Rayon terrestre  $R = 6400 \text{ km}$ ; période de rotation de la Terre sur elle-même  $T_t = 8,6 \cdot 10^4 \text{ s}$
- Valeur du champ de gravitation terrestre au sol :  $g_0 = 9,8 \text{ S.I}$



**EXERCICE 4 (04 points).**

Un dipôle est constitué de l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance  $R=100\ \Omega$ , d'une bobine d'inductance  $L = 1,0\ \text{H}$  et de résistance  $r = 8,5\ \Omega$  et d'un condensateur de capacité  $C$ . Aux bornes de ce dipôle un générateur basse fréquence, GBF, impose une tension sinusoïdale de fréquence  $N$  et de valeur efficace constante (figure 1). Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique et la tension  $u_G$  aux bornes du générateur. On observe sur l'écran de l'oscilloscope, dans un ordre quelconque, les courbes (1) et (2) reproduites sur la figure 2. La sensibilité verticale, la même sur les deux voies, est de  $2,0\ \text{V} / \text{div}$ . Le balayage horizontal est de  $2\ \text{ms} / \text{div}$ .

**4-1** Déterminer l'amplitude de la tension correspondant à chaque courbe.

Des courbes (1) et (2), quelle est celle qui correspond à la tension  $u_G$  aux bornes du GBF ? Justifier la réponse. **(0,75 pt).**

**4.2** Reproduire la figure 1 sur la feuille de copie et faire figurer les branchements à l'oscilloscope permettant d'obtenir ces courbes. **(0,25 pt)**

**4-3** Déterminer la fréquence de la tension délivrée par le GBF. **(0,25 pt)**

**4-4** Calculer, en valeur absolue, la différence de phase entre la tension  $u_G(t)$  et l'intensité  $i(t)$  du courant électrique. Préciser la grandeur électrique en avance de phase. **(0,5 pt)**

**4-5** Etablir, en fonction du temps, les expressions de l'intensité du courant  $i(t)$  et de la tension  $u_G(t)$  délivrée par le GBF; la date  $t = 0$  correspond au point O de la figure 2. **(01 pt)**

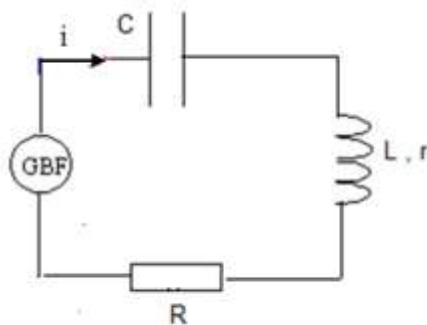


Figure 1

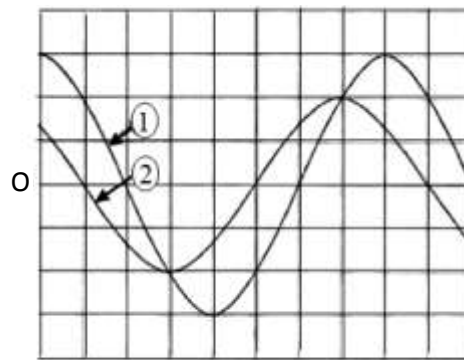


Figure 2

**4-5** Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. **(0,25 pt)**

**4-6** On règle la fréquence de la tension aux bornes du GBF de sorte que le circuit fonctionne en résonance d'intensité.

**4-6-1** Calculer la nouvelle valeur de la fréquence de la tension délivrée par le GBF. **(0,5 pt)**

**4-6-2** Représenter, qualitativement, l'allure des courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope. **(0,5 pt).**

**EXERCICE 5 (04,5 points).**

*Face aux besoins sans cesse croissants en énergie électrique, les énergies renouvelables comme l'énergie solaire constituent une alternative très intéressante.*

*De nos jours, à partir de la lumière du Soleil, des panneaux solaires produisent de l'électricité en utilisant l'effet photoélectrique, phénomène mis en évidence par Hertz en 1887.*

*La maîtrise des réactions de fusion analogues à celles qui se produisent naturellement dans le Soleil et les étoiles est le grand défi du XXI<sup>ème</sup> siècle pour résoudre les problèmes d'énergie.*

**5.1** Définir l'effet photoélectrique. **(0,25 pt)**

**5.2** Pour étudier le phénomène en laboratoire, un expérimentateur utilise une lame de métal de fréquence seuil  $\nu_S$ . **(0,25 pt)**

**5.2.1** Définir la fréquence seuil. **(0,25 pt)**

**5.2.2** Lorsque le métal choisi est éclairé avec une lumière de fréquence  $\nu$ , l'énergie cinétique maximale des électrons est  $E_{c1} = 1,3\ \text{eV}$ . Quand on utilise une lumière de fréquence  $\nu' = 1,5\ \nu$  l'énergie cinétique maximale des électrons est  $E_{c2} = 3,6\ \text{eV}$ .

- a) Définir le travail d'extraction  $W_{\text{ext}}$  de l'électron pour un métal donné. (0,25 pt)
- b) Donner la relation qui existe entre la fréquence  $\nu$  de la lumière incidente, l'énergie cinétique maximale des électrons  $E_C$  et le travail d'extraction  $W_{\text{ext}}$ . (0,25 pt)
- c) En déduire la valeur du travail d'extraction du métal utilisé et celle de sa fréquence seuil. (0,5 pt)

**5.3** Des réactions de fusion nucléaire se produisent en permanence dans le cœur des étoiles. C'est ainsi que le Soleil rayonne de l'énergie dans l'espace, éclaire et chauffe la Terre. Actuellement, les scientifiques tentent de reproduire et de contrôler sur Terre ce type de réactions à partir du deutérium  ${}^2_1\text{H}$  naturel et abondant et du tritium  ${}^3_1\text{H}$ .

Dans un laboratoire, on provoque la réaction de fusion d'équation :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X}$

**5.3.1.** Définir la réaction de fusion nucléaire. (0,25 pt)

**5.3.2.** Identifier la particule  ${}^A_Z\text{X}$  émise au cours de la réaction et préciser son nom. (0,5 pt)

**5.3.3** On s'intéresse à l'énergie libérée par cette réaction de fusion nucléaire.

- a) Calculer, en MeV puis en joule, l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium. (0,5 pt)
- b) En déduire l'énergie libérée lors de la formation de 1 kg d'hélium. Quelle serait la masse de pétrole qui fournirait la même quantité d'énergie ? Conclure. (0,75 pt)
- c) Sachant que 2,5% de l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium se transforme en rayonnement électromagnétique  $\gamma$  et le reste en une autre forme d'énergie  $W$
- préciser la forme de l'énergie  $W$ . (0,25 pt)
  - déterminer la valeur de la fréquence du rayonnement  $\gamma$  émis. (0,5 pt)

### **Données**

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ; constante de Planck :  $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$

Masses des noyaux :  $m({}^2_1\text{H}) = 2,01355 \text{ u}$  ;  $m({}^3_1\text{H}) = 3,01550 \text{ u}$  ;

$m({}^4_2\text{He}) = 4,00150 \text{ u}$  ;  $m({}^A_Z\text{X}) = 1,00866 \text{ u}$

Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,67.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

Pouvoir calorifique du pétrole :  $42 \text{ MJ.kg}^{-1}$  ;


**DU BACCALAUREAT**

TTéléfax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92 - 33 824 65 81

**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE**
**Séries : S2-S2A –S4-S5**
**EXERCICE 1**

1.1 Pourcentages massiques de C et H :

$$\%C = \frac{m_C}{m} \cdot 100 \text{ or } m_C = \frac{12}{44} m_{CC_2} \quad \%C = \frac{1200}{44 m} \quad m_{CC_2} = \frac{1200}{44 \cdot 0,648} \quad 1,42 = 59,76$$

$$\%H = \frac{m_H}{m} \cdot 100 \text{ or } m_H = \frac{2}{18} m_{CH_2} \quad \%H = \frac{200}{18 m} \quad m_{CH_2} = \frac{200}{18 \cdot 0,648} \quad 0,354 = 6,01$$

Cherchons les valeurs de x, y et z :  $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{M}{100} \quad x = 9 \text{ et } y = 11$ 

$$M = 12x + y + 16z + 14 \quad 12 \cdot 9 + 11 + 16z + 14 = 181 \quad z = 3$$

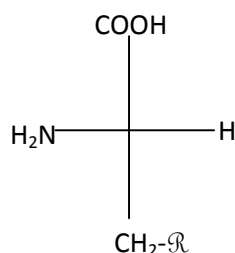
D'où la formule brute  $C_9H_{11}NO_3$ 

1.2 Le groupe fonctionnel est encadré ci-contre :

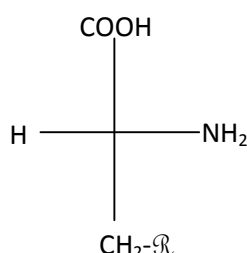
1.3 1 Le carbone en position 2 par rapport au groupe carboxyle

est un carbone asymétrique et c'est le seul carbone asymétrique : la molécule est chirale.

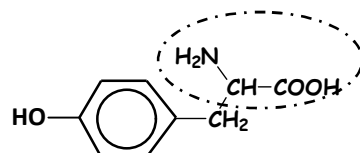
Configurations L et D:



L-tyrosine

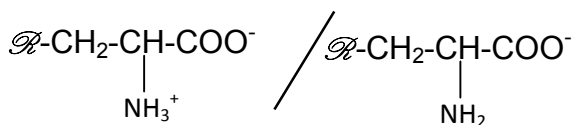
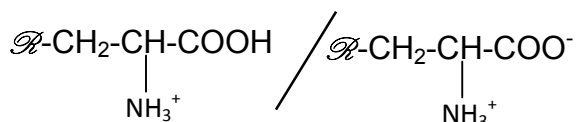
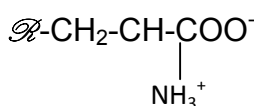


D-tyrosine



1.3.2 Formule semi-développée de l'amphion:

Les couples



1.3.3 Relation entre pHi, pKa1 et pKa2:

Notons A l'amphion, A<sup>+</sup> le cation et A<sup>-</sup> l'anion

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}]}{[\text{A}^+]}, \quad K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{A}]}, \quad K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 [\text{A}^-]}{[\text{A}^+]}$$

pour pH=pHi on a  $[\text{A}^-] = [\text{A}^+]$   $K_{a1} \cdot K_{a2} = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 \quad 2\log[\text{H}_3\text{O}^+] = \log(K_{a1} \cdot K_{a2})$ 

$$-\log[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1}{2} (-\log K_{a1} - \log K_{a2}) \quad \text{pHi} = \frac{1}{2} (\text{pKa}_1 + \text{pKa}_2).$$

$$\text{A.N: } \text{pHi} = \frac{1}{2} (2,2 + 9,1) = 5,6.$$



### 1.3.4.

a) On peut théoriquement obtenir quatre (04) dipeptides.

b) Les étapes de la synthèse du dipeptide tyrosine-alanine où la tyrosine est N-terminal:

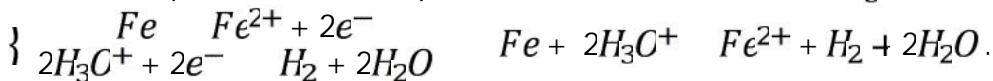
- Blocage du groupe amino de la tyrosine et du groupe carboxyle de l'alanine.
- Activation du groupe carboxyle de la tyrosine et du groupe amino de l'alanine.
- Réaction entre le groupe carboxyle de la tyrosine et le groupe amino de l'alanine.
- Déblocage du groupe amino de la tyrosine et du groupe carboxyle de l'alanine qui étaient bloqués.

### EXERCICE 2

2.1 Montrons qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction et précisons les couples redox mis en jeu:

Les couples redox  $Fe^{2+}/Fe$  et  $H_3O^+/H_2$

Les demi-équations électroniques  $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$  et  $2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O$



Il y a un transfert d'électrons donc c'est une réaction d'oxydoréduction.

2.2 Montrons que  $[H_3O^+] = 0,1 \left(1 - \frac{V}{60}\right)$

$$n_{H_3O^+}^{restant} = n_{H_3O^+}^{initial} - n_{H_3O^+}^{reagi} \text{ or } n_{H_3O^+}^{initial} = C_a V_s \text{ et } n_{H_3O^+}^{reagi} = 2n_{H_2} = \frac{2V}{V_0} \quad n_{H_3O^+}^{restant} = C_a V_s - \frac{2V}{V_0}$$

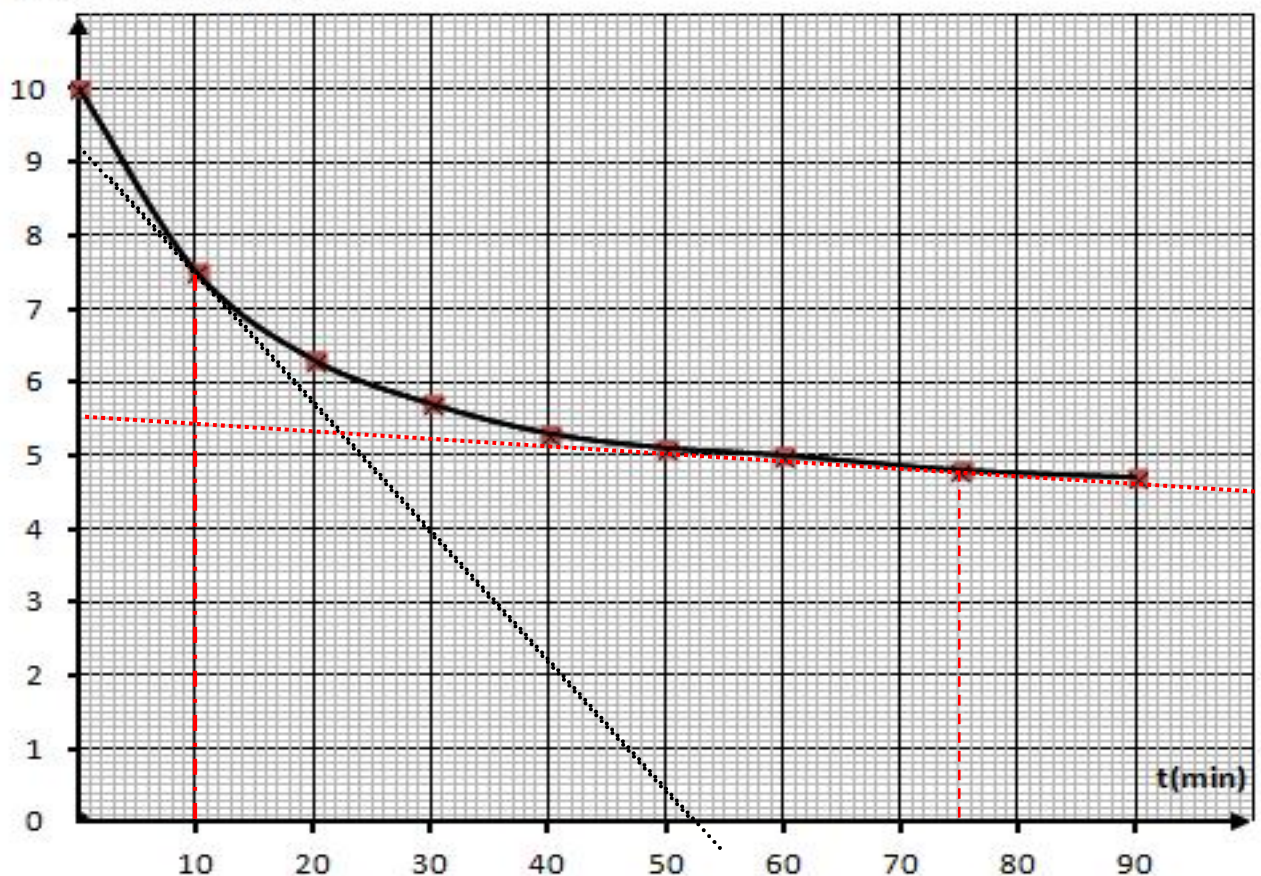
$$[H_3O^+] = \frac{n_{H_3O^+}^{restant}}{V_s} = C_a \frac{V_s}{V_s} - \frac{\frac{2V}{V_0}}{V_s} = C_a - \frac{2V}{V_0 V_s} = 0,1 - \frac{2}{24} \frac{V}{50} = 0,1 - \frac{2}{1200} V$$

$$[H_3O^+] = 0,1 \left(1 - \frac{20 V}{1200}\right) = 0,1 \left(1 - \frac{V}{60}\right)$$

2.3.1 Recopions et complétons le tableau :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	75	90
V (mL)	0	15	22	26	28	29,5	30	31	32
$[H_3O^+]$ en $10^{-2}(\text{mol/L})$	10	7,5	6,3	5,7	5,3	5,1	5,0	4,8	4,7

$[H_3O^+]$  en  $10^{-2}(\text{mol/L})$



2.3.2 Définition : la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à une date  $t$  est l'opposée de la dérivée par rapport au temps de la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

2.3.3 Détermination des vitesses

On détermine les coefficients directeurs des tangentes à la courbe aux dates considérées :

à  $t_0 = \min v(t_0) \quad 1.84 \cdot 10^{-3} \text{mol L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  ;

à  $t_1 = 25 \text{min}$   $v(t_1) \quad 6.66 \cdot 10^{-5} \text{mol L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

2.3.4 La vitesse de disparition diminue car la concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  diminue.

2.3.5 Les quantités de matière des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$  aux dates  $t_1$  et  $t_2$  :

$$n_{\text{H}_3\text{C}^+}^t = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad V_s \quad n_{\text{H}_3\text{C}^+}^{t_1} = 0.075 \cdot 0.05 = 3.75 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

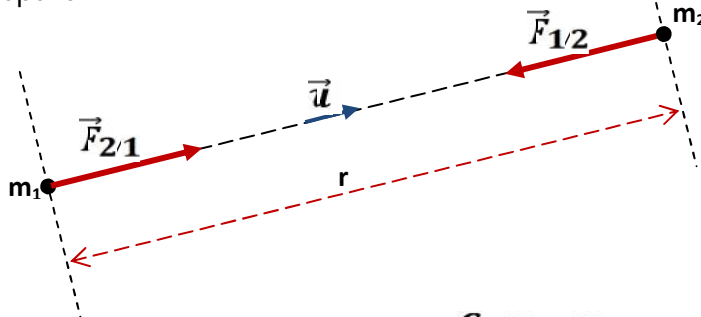
$$\text{et } n_{\text{H}_3\text{C}^+}^{t_2} = 0.048 \cdot 0.05 = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+}}^t = \frac{n_{\text{H}_3\text{C}^+}^{\text{initial}} - n_{\text{H}_3\text{C}^+}^{\text{restant}}}{2} = \frac{C_a \quad V_s - n_{\text{H}_3\text{C}^+}^{\text{restant}}}{2} = \frac{0.1 \quad 0.05 - n_{\text{H}_3\text{C}^+}^{\text{restant}}}{2} \quad \left. \begin{array}{l} n_{\text{Fe}^{2+}}^{t_1} = 6.25 \cdot 10^{-4} \text{mol} \\ n_{\text{Fe}^{2+}}^{t_2} = 1.30 \cdot 10^{-3} \text{mol} \end{array} \right\}$$

Les résultats obtenus sont en accord avec la réponse de la question 2.3.4 car la vitesse diminue avec la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

### EXERCICE 3

3.1 Enoncé de la loi de gravitation : deux corps ponctuels de masses respectives  $m_1$  et  $m_2$  distants de  $r$  exercent l'un sur l'autre des forces attractives directement opposées appelées forces d'interaction gravitationnelle dont l'intensité commune est proportionnelle aux masses et à l'inverse du carré de la distance  $r$  qui les sépare.



$$\vec{F}_{1/2} = -\vec{F}_{2/1} = -\frac{G \quad m_1 \quad m_2}{r^2} \quad \vec{u}$$

3.2 Expression du vecteur champ de gravitation : on a  $\vec{F} = m\vec{g}$   $\vec{g} = -\frac{GM}{r^2} \vec{u}$

Au sol  $r = R$  et  $\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 = \frac{GM}{R^2}$   $G \quad M = \mathcal{G}_0 \cdot R^2$  d'où l'on tire  $\mathcal{G} = \frac{g_0 R^2}{(R+h)^2}$ .

3.3 Montrons que le mouvement du satellite est uniforme.

Système : le satellite ; référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces extérieures :  $\vec{F} = m\vec{g}$  force gravitationnelle.

Théorème du centre d'inertie :  $\vec{F} = m\vec{a}$   $m\vec{g} = m\vec{a}$   $\vec{a} = \vec{g}$  or  $\vec{g} \perp \vec{v}$   $\vec{a}_t = \vec{0}$   $\frac{dv}{dt} = 0$

donc  $V = \text{cste}$  ; le mouvement est uniforme.

3.4 Expression de la vitesse

$$\vec{a} = \vec{g} \quad \frac{V^2}{R+h} = \frac{g_0 R^2}{(R+h)^2} \quad V = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{(R+h)}} \quad T = \frac{2 \pi r}{V} \quad T = \frac{2 \pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0 R^2}}$$

3.5 a) Un satellite géostationnaire est un satellite qui paraît immobile par rapport à la Terre.

b) la période de rotation du satellite égale la période de la terre.

$$T = \frac{2\pi}{R} \cdot \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_c R^2}} = T_{\text{terre}} \quad \mathbf{h = 3,6 \cdot 10^4 \text{ Km}}$$

3.6.1 Fraction de surface couverte :  $f = \frac{S(\text{couverte})}{S(\text{Terre})} = \frac{2\pi R^2(1-\cos(\theta))}{4\pi R^2} = \frac{(1-\cos(\theta))}{2}$

$$\cos\theta = \frac{R}{R+h} \quad f = \frac{(1 - \frac{R}{R+h})}{2} = 0,42 = 42\%$$

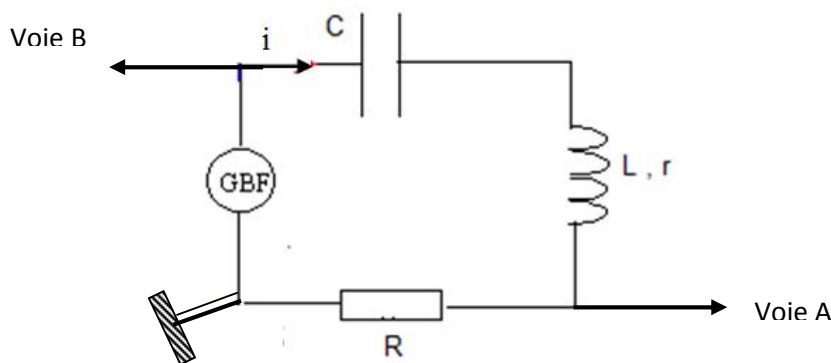
3.6.2 Météosat-8 est un satellite géostationnaire donc ses observations concernent toujours la même zone.

#### EXERCICE 4

4.1 L'amplitude des tensions :  $U_{m1} = 3 \cdot 2,0 = 6,0 \text{ V}$  et  $U_{m2} = 2 \cdot 2,0 = 4,0 \text{ V}$ .

La courbe (1) correspond à la tension  $u_G$  car la tension aux bornes du GBF a la plus grande amplitude.

4.2



4.3 Fréquence  $N = \frac{1}{T}$  or  $T = 8 \cdot 2 = 16 \text{ ms}$  ;  $\mathbf{N = \frac{1}{0,016} = 62,5 \text{ Hz}}$

4.4 Différence de phase :  $|\varphi| = 2\pi \frac{t}{T} = 2\pi \frac{12}{16} = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$

L'intensité est en avance sur la tension aux bornes du GBF.

4.5  $I_m = \frac{U_{2m}}{R} = \frac{4}{100} = 0,04 \text{ A}$ .

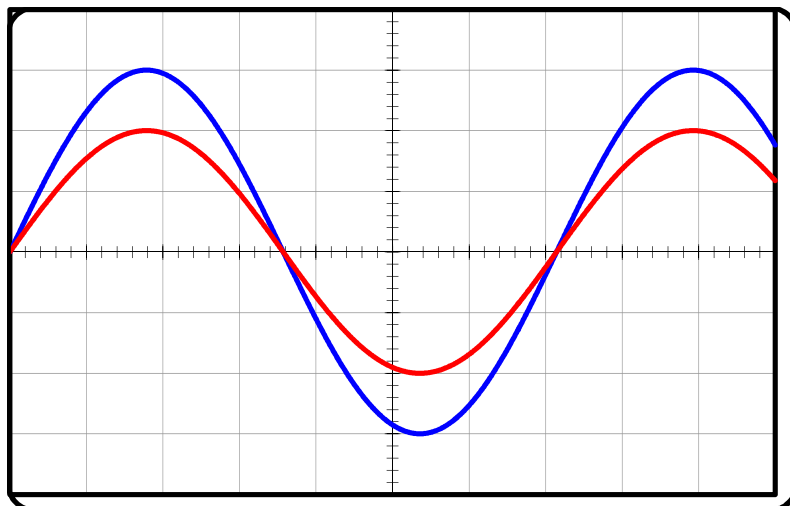
Si  $u_G = U_{1m} \cos(\frac{2\pi}{T}t + u)$  à  $t = 0$  on trouve  $u_G = U_{1m} = 6$   $u = 0$   $\mathbf{u_G = 6 \cos(\frac{2\pi}{T}t)}$   
on aura  $\mathbf{i = 0,04 \cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{4})}$ .

Capacité du condensateur

$$\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r} \quad C = \frac{1}{\omega(L\omega - (R+r)\tan\varphi)} = \frac{1}{125\pi(125\pi L - (10)\tan(-\frac{\pi}{4}))} = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ F.} \quad \mathbf{C = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ F}}$$

4.6.1 A la résonance  $\varphi = 0$   $N_0 = \frac{1}{LC}$   $N_0 = \frac{1}{2\pi \cdot 1510^{-6}} = 71,4 \text{ Hz}$ .

4.6.2 L'allure des courbes



## EXERCICE 5

5.1 Définition : l'effet photoélectrique est l'émission d'électrons par un métal convenablement éclairé.

5.2.1 La fréquence seuil est la fréquence minimale de la radiation incidente qui produit l'effet photoélectrique.

5.2.2 a) Le travail d'extraction est l'énergie minimale à fournir au métal pour extraire un électron de celui-ci.

b) La relation qui existe entre la fréquence  $\nu$  de la lumière, l'énergie cinétique maximale des électrons  $E_c$  et le travail d'extraction  $W_{\text{ext}}$  est :  $E_c = h\nu - W_{\text{ext}}$

c) Valeur du travail d'extraction  $W_{\text{ext}}$  et de la fréquence  $\nu_s$

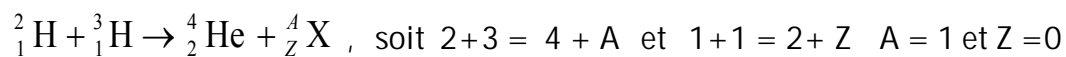
On a :  $E_{c1} = h\nu - W_{\text{ext}}$  et  $E_{c2} = 1,5 h\nu - W_{\text{ext}}$   $W_{\text{ext}} = \frac{E_{c2} - 1,5 E_{c1}}{0,5}$  ; AN:  $W_{\text{ext}} = 3,3\text{eV}$

La valeur de la fréquence seuil :  $W_{\text{ext}} = h\nu_s$   $\nu_s = \frac{W_{\text{ext}}}{h}$  ; AN:  $\nu_s = 8,0 \cdot 10^{14}\text{Hz}$

5.3.1 Réaction de fusion nucléaire = réaction au cours de laquelle des noyaux légers fusionnent pour donner un ou des noyaux lourds.

5.3.2 Identification de la particule  ${}_Z^AX$

On applique la loi de conservation du nombre de nucléons et celle de la charge à l'équation nucléaire



d'où  ${}_Z^AX = {}_0^1\text{n} = \text{neutron}$

5.3.3 a) Energie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium.

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \text{ avec } \Delta m \text{ variation de masse ; soit } \Delta m = m({}_2^4\text{He}) + m({}_Z^AX) - (m({}_1^2\text{H}) + m({}_1^3\text{H})).$$

AN:  $\Delta E = -17,6 \text{ MeV} = -2,8 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ ; le signe négatif indique que l'énergie est fournie à l'extérieur.

b) Energie fournie lors de la formation de 1 kg d'hélium

$\Delta E' = \text{nombre de noyaux d'hélium} \times \text{Energie libérée par la formation d'un noyau d'hélium}$

$$\Delta E' = \frac{\text{masse d'hélium}}{\text{masse d'un noyau d'hélium}} \times \text{Energie libérée par la formation d'un noyau d'hélium}$$

AN:  $\Delta E' = -3,9 \cdot 10^8 \text{ MJ}$

Masse de pétrole qui fournirait la même quantité d'énergie :

$$m_p = \frac{\Delta E'}{42} = 9,3 \cdot 10^6 \text{ kg} \text{ soit plus de 9300 tonnes de charbon ;}$$

**La masse de charbon qui fournirait la même quantité d'énergie est considérable devant celle d'hélium.**

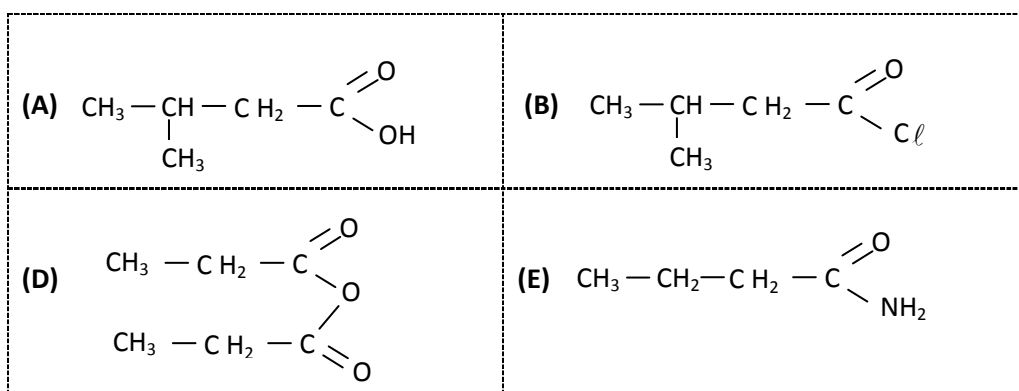
c)  $W$  représente de l'énergie cinétique.

Fréquence du rayonnement  $\gamma$  :  $E(\text{rayonnement}) = h\nu$  d'où l'on tire  $\nu = \frac{2,5 \Delta E}{100 h}$

AN:  $\nu = 1,0 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1****(04 points).**

Les parties A et B sont indépendantes.

**PARTIE A****1.1.** Nommer les composés organiques A, B, D, E dont les formules suivent et préciser la famille chimique de chaque composé. **(01 point)****1.2.** Ecrire l'équation-bilan d'une réaction qui permet d'obtenir :

- a) le composé B à partir du corps A ; **(0,25 point)**
- b) le composé D à partir de l'acide propanoïque ; **(0,25 point)**
- c) le composé E par une réaction rapide et totale. **(0,25 point)**

**PARTIE B**

Traditionnellement, dans nos campagnes africaines les femmes recyclaient les graisses et les huiles d'origine animale ou végétale pour en faire du savon. Le savon est également fabriqué en usine.

**1.3.** Les graisses et les huiles sont des corps gras. Les corps gras sont pour la plupart des triglycérides. Rappeler ce qu'est un triglycéride. **(0,25 point)****1.4.** Rappeler la formule semi-développée du propan-1,2,3-triol ou glycérol. **(0,25 point)****1.5.** L'acide palmitique ou acide hexadécanoïque a pour formule :  $\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$ 

En faisant réagir le glycérol sur l'acide hexadécanoïque on obtient un composé organique nommé palmitine.

**1.5.1** Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction du glycérol sur l'acide hexadécanoïque. Nommer cette réaction et dire si elle est totale ou non **(0,75 point).****1.5.2** La palmitine est aussi présente dans l'huile de palme. Dans une usine de la place on fabrique du savon à partir de la palmitine provenant d'huile de palme. Pour cela, on y réalise la saponification de la palmitine contenue dans 1500 kg d'huile de palme renfermant, en masse, 47 % de palmitine. La base forte utilisée est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.**1.5.2.1** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de saponification de la palmitine par la solution d'hydroxyde de sodium et entourer la formule du produit qui correspond au savon. **(0,5 point)****1.5.2.2** Calculer la masse de savon obtenue si le rendement de la réaction est de 80 %. **(0,5 point)**On donne les masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{Na}) = 23$



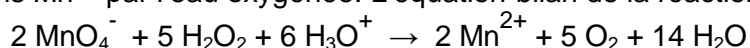
**EXERCICE 2 (04 points)**

L'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène,  $H_2O_2$ , est utilisée au laboratoire mais aussi dans la vie courante pour la décoloration des cheveux, la désinfection des plaies...

Elle se décompose spontanément mais lentement en dioxygène et en eau. Cette décomposition est accélérée par certains facteurs comme l'exposition à la lumière, la présence d'ions fer (II), d'ions fer (III), de platine. On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène en présence d'ions fer (III).

**2.1.** Préciser le rôle des ions fer (III). (0,25 point)

**2.2.** Afin de suivre l'évolution de cette réaction, on effectue des prélèvements du mélange réactionnel, de volume  $V_0 = 10,00$  mL à intervalles de temps réguliers et on dose immédiatement le peroxyde d'hydrogène restant de chaque prélèvement à l'aide d'une solution de permanganate de potassium fraîchement préparée de concentration  $C = 1,5 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. On opère en milieu acide. Les ions  $MnO_4^-$  sont alors réduits en ions  $Mn^{2+}$  par l'eau oxygénée. L'équation-bilan de la réaction est :



Retrouver cette équation-bilan en écrivant les demi-équations redox sachant que les couples mis en jeu sont :  $MnO_4^- / Mn^{2+}$  et  $O_2 / H_2O_2$  (0,5 point)

**2.3** Pour chaque prélèvement, on relève la date  $t$  et on note le volume  $V$  de la solution de permanganate de potassium qu'il faut pour atteindre l'équivalence d'oxydoréduction. On obtient le tableau suivant :

t (s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
V (mL)	12,12	9,92	8,12	6,65	5,44	4,46	3,65	2,99	2,45	2,00
$[H_2O_2]$ ( $10^{-3}$ mol.L <sup>-1</sup> )										

**2.3.1** Montrer que la concentration  $[H_2O_2]$  restante de chaque prélèvement peut s'exprimer par la relation :  $[H_2O_2] = \frac{5 CV}{2 V_0}$  (01 point)

**2.3.2** Compléter le tableau ci-dessus et tracer la courbe donnant  $[H_2O_2]$  restante en fonction du temps. Echelles : 1 cm pour 50 s et 1 cm pour  $3 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>. (01 point)

**2.4.**

**2.4.1.** Déterminer graphiquement les vitesses instantanées de disparition du peroxyde d'hydrogène aux dates  $t_0 = 0$  s et  $t_2 = 750$  s. Justifier l'évolution de la vitesse. (01 point)

**2.4.2.** Représenter sur le même système d'axes l'allure de la courbe  $[H_2O_2] = f(t)$  sans la présence des ions fer (III), les conditions initiales étant conservées. (0,25 point)

**EXERCICE 3 (04,5 points)**

Dans beaucoup de moteurs, pour diminuer l'usure des pièces mécaniques, on utilise des huiles dont l'une des caractéristiques fondamentales est la viscosité.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité d'une « huile moteur ». Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en acier d'abord dans l'air puis dans l'huile. Dans les deux cas, la bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (OX) vertical et orienté vers le bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates  $t = 0$ .

Sur la bille s'exercent les trois forces suivantes :

- Son poids  $\vec{p}$  ;
- La résistance  $\vec{f}$  du fluide, qui est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la bille, d'intensité  $f = 6 \pi \eta r V$ , expression où  $\eta$  est la viscosité du fluide supposée constante,  $V$  la valeur de la vitesse instantanée de la bille et  $r$  son rayon ;
- La poussée d'Archimède  $\vec{F}$  qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité  $F = \rho V_B g$  relation où  $\rho$  est la masse volumique du fluide,  $V_B$  le volume de la bille et  $g$  l'intensité de la pesanteur.

**3.1 Etude du mouvement de la bille dans l'air.**

**3.1.1.** Représenter les forces appliquées à la bille à une date  $t > 0$ . (0,25 point)

**3.1.2.** Calculer l'intensité de chacune de ces forces pour  $V = 5$  m/s. En déduire qu'on peut négliger les intensités de  $\vec{F}$  et  $\vec{f}$  devant celle du poids. (0,5 point)

**3.1.3.** Etablir les équations horaires de la vitesse  $V(t)$  et de l'abscisse  $x(t)$  de la bille puis préciser la nature du mouvement de la bille dans l'air. (0,5 point)

**3.1.4.** Au bout d'un parcours de 50 cm depuis le point O, la bille acquiert une vitesse de 3,16 m/s. Montrer que cette information confirme l'approximation faite à la question 3.1.2. (0,5 point)

**3.2. Etude du mouvement de la bille dans l'huile**

**3.2.1.** Les intensités de  $\vec{F}$  et  $\vec{f}$  ne sont plus négligeables devant celle du poids.

Par application du théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de la bille peut s'écrire sous la forme :  $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C$  où  $C$  et  $\tau$  sont des constantes. **(0,5 point)**

**3.2.2.** Donner l'expression de  $C$  en fonction de  $g$ ,  $\rho_{ac}$  (masse volumique de l'acier) et  $\rho_h$  (masse volumique de « l'huile moteur ») puis exprimer  $\tau$  en fonction de  $\rho_{ac}$ ,  $r$  et  $\eta$  (viscosité de l'huile moteur). Vérifier que  $C = 8,4 \text{ m.s}^{-2}$ . **(0,75 point)**

**3.2.3.** Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération de la bille s'annule. La vitesse obtenue à partir de cet instant est appelée vitesse limite de module  $V_{lim}$ .

a) Décrire la nature du mouvement de la bille après que l'accélération s'annule puis exprimer la vitesse limite  $V_{lim}$  en fonction de  $\tau$  et  $C$ . **(0,5 point)**

b) On trouve expérimentalement que  $V_{lim} = 4,2 \text{ cm/s}$ . Quelle valeur de  $\tau$  peut-on en déduire ? **(0,5 point)**

**3.2.4.** Déterminer la valeur de la viscosité  $\eta$  de « l'huile-moteur ».

**(0,5 point)**

**Données :**

Masse volumique de l'acier :  $\rho_{ac} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ; masse volumique de l'air :  $\rho_0 = 1,3 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique de l'huile moteur :  $\rho_h = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  ; viscosité de l'air :  $\eta(\text{air}) = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ SI}$

Rayon de la bille  $r = 1,5 \text{ mm}$  : Volume de la bille  $V_B = \frac{4}{3}\pi r^3$  ;  $g = 10 \text{ N/kg}$

**EXERCICE 4 (04 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 ce faire, on réalise le montage schématisé ci-après (figure1).

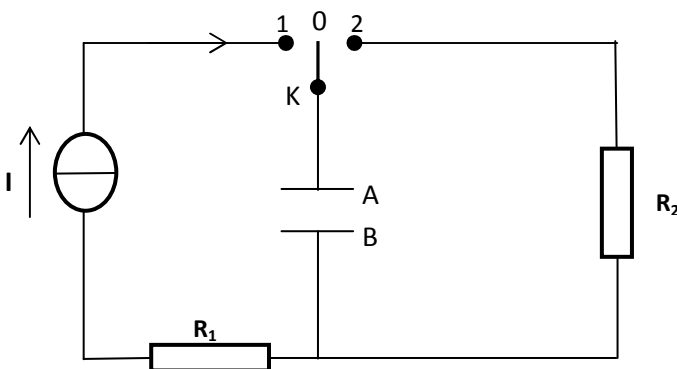


Figure 1

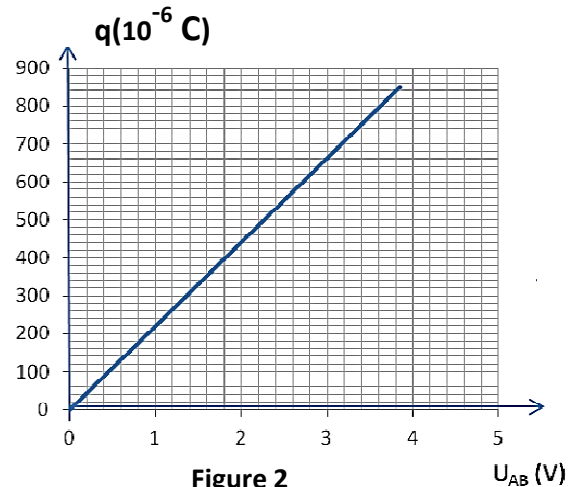


Figure 2

**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 point)**

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

a) la capacité  $C$  du condensateur. **(0,5 point)**

b) la date à laquelle la tension  $U_{AB}$  prend la valeur 1,80 V. **(0,5 point)**

**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  $\beta$  est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit. **(0,75 point)**

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

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

**4.2.3.1** Préciser la valeur de  $\alpha$ . Ebaucher la courbe traduisant la variation de la tension  $u_{AB}(t)$  aux bornes du condensateur en fonction du temps. **(0,5 point)**

**4.2.3.2** Exprimer, puis calculer l'énergie,  $E_0$ , emmagasinée par le condensateur, à la date  $t = 0$ . **(0,5 point)**

**4.2.3.3** En supposant que cette énergie a pu être restituée, totalement, par le flash d'un appareil photo, en une durée égale à 0,1 ms, calculer la puissance moyenne de ce « flash ». **(0,5 point)**

## EXERCICE 5 **(03,5 points)**

Des interférences lumineuses sont réalisées avec un laser He-Ne de longueur d'onde  $\lambda_l = 633$  nm. Le dispositif comprend une plaque percée de deux fentes très fines distantes de  $a$ . Cette plaque est placée à une distance  $d$  de la source laser S (figure 3). On observe les interférences sur un écran P parallèle à la plaque et situé à une distance  $D = 3$  m de celle-ci. Les deux fentes sont à égale distance de la source. La droite (SO) est l'axe de symétrie du dispositif.

**5.1** Expliquer brièvement la formation des franges brillantes et des franges obscures sur l'écran. **(0,5 point)**

**5.2** On montre que la différence de marche  $\delta$  entre les rayons issus des fentes sources  $F_1$  et  $F_2$  s'exprime par  $\delta = \frac{ax}{D}$  en un point M d'abscisse  $x$  comptée à partir du milieu O de la frange centrale.

**5.2.1** Quelle condition doit vérifier  $\delta$  pour qu'en un point P de l'écran, on observe une frange brillante ? **(0,25 point)**

**5.2.2.** Montrer que l'interfrange ou distance entre deux franges consécutives de même nature s'exprime par

$$\text{la formule } i = \frac{\lambda_l D}{a} \quad \textbf{(0,25 point)}$$

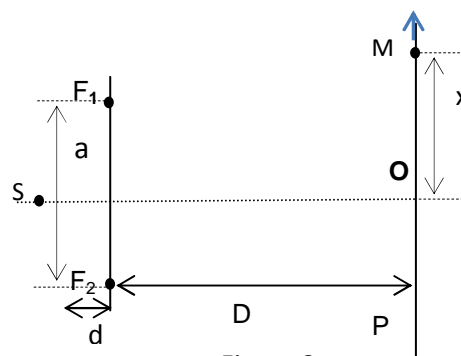


Figure 3

**5.3.** Sur l'écran on mesure la distance entre cinq franges brillantes successives et on trouve  $\Delta x = 25$  mm. On remplace le laser He – Ne par une diode laser de longueur d'onde  $\lambda_d$ , sans rien modifier d'autre ; on mesure maintenant une distance  $\Delta x' = 27$  mm entre cinq franges brillantes successives.

**5.3.1.** Trouver la relation donnant l'écart  $a$  entre les fentes  $F_1$  et  $F_2$  en fonction de  $\lambda_l$ ,  $D$  et  $\Delta x$ . Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

**5.3.2.** Trouver la relation donnant la longueur d'onde  $\lambda_d$  de la diode laser en fonction de  $\lambda_l$ ,  $\Delta x$  et  $\Delta x'$ . Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

**5.4.** Les deux radiations sont successivement utilisées pour éclairer une cellule photo émissive de fréquence seuil  $\nu_0 = 4,5 \cdot 10^{14}$  Hz.

**5.4.1** Dans le cas où il y a émission d'électrons, calculer, en joule puis en électron-volt, l'énergie cinétique maximale  $E_{c_{\max}}$  des électrons émis. **(0,75 point)**

**5.4.2** Dire quel caractère de la lumière cette expérience met en évidence. Citer une application courante de cet aspect de la lumière. **(0,75 point)**

**Données :** célérité de la lumière  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> ; constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s





## CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

### EXERCICE 1

#### Partie A

1.1. Noms des composés et leurs familles chimiques :

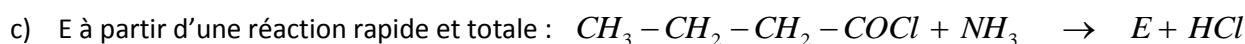
A : acide 3-méthylbutanoïque ; famille des acides carboxyliques.

B chlorure de 3-méthylbutanoyle ; famille des chlorures d'acyle.

D : anhydride propanoïque ; famille des anhydrides d'acide

E : butanamide ; famille des amides.

1.2. Ecrire l'équation-bilan d'une réaction :



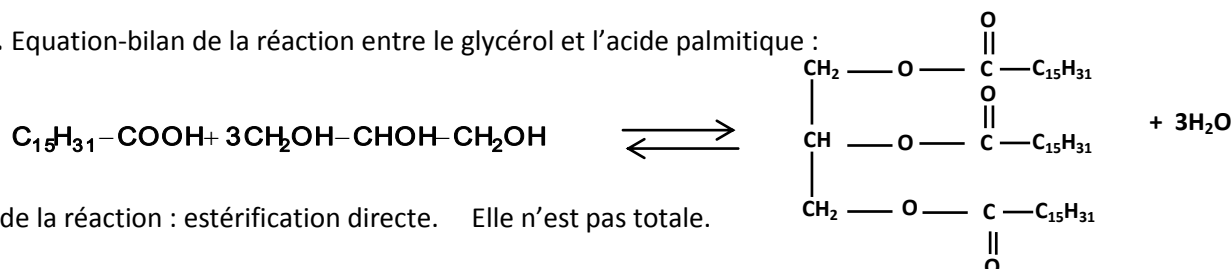
#### Partie B

1.3. Un triglycéride est un triester du glycérol et d'acide gras.

1.4. Formule semi-développée du glycérol :  $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

1.5.

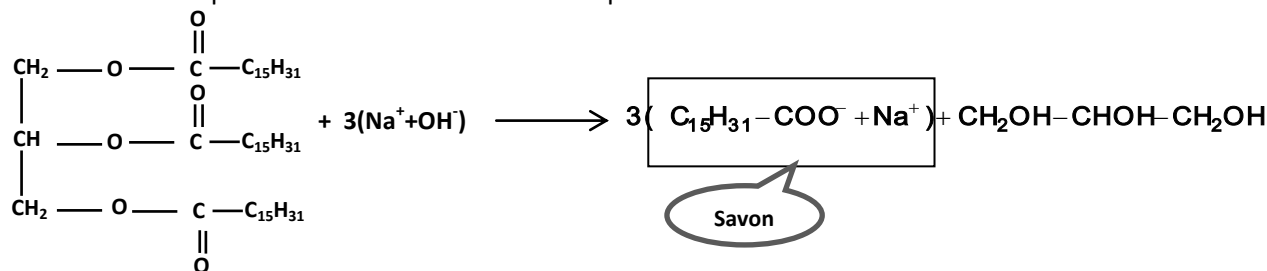
1.5.1. Equation-bilan de la réaction entre le glycérol et l'acide palmitique :



Nom de la réaction : estérification directe. Elle n'est pas totale.

1.5.2.

1.5.2.1. Equation-bilan de la réaction de saponification :



1.5.2.2. Calcul de la masse de savon obtenue :

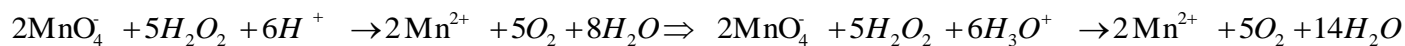
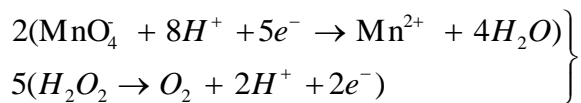
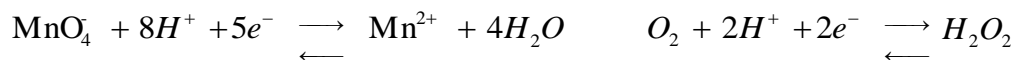
$$m_s = n_{s(\text{exp})} M_s \text{ or } n_{s(\text{exp})} = r \cdot n_{s(\text{theor})} \quad n_{s(\text{theor})} = 3 \cdot n_{\text{palmitine}} = 3 \cdot \frac{m_{\text{palmitine}}}{M_{\text{palmitine}}} \Rightarrow n_{s(\text{exp})} = r \cdot 3 \cdot \frac{m_{\text{palmitine}}}{M_{\text{palmitine}}} \Rightarrow$$

$$\text{or } m_{\text{palmitine}} = 0,47 \cdot m_{\text{huile}} \Rightarrow m_s = \frac{3 \cdot 0,47 \cdot m_{\text{huile}} \cdot M_s \cdot r}{M_{\text{palmitine}}} \quad \text{A.N : } m_s = \frac{3 \cdot 0,47 \cdot 1500 \cdot 278 \cdot 0,80}{806} = 583,59 \text{ kg}$$

## EXERCICE 2

2.1. Les ions fer (III) jouent le rôle de catalyseur : ils accélèrent la réaction.

2.2. Retrouvons l'équation-bilan à partir des demi-équations redox :



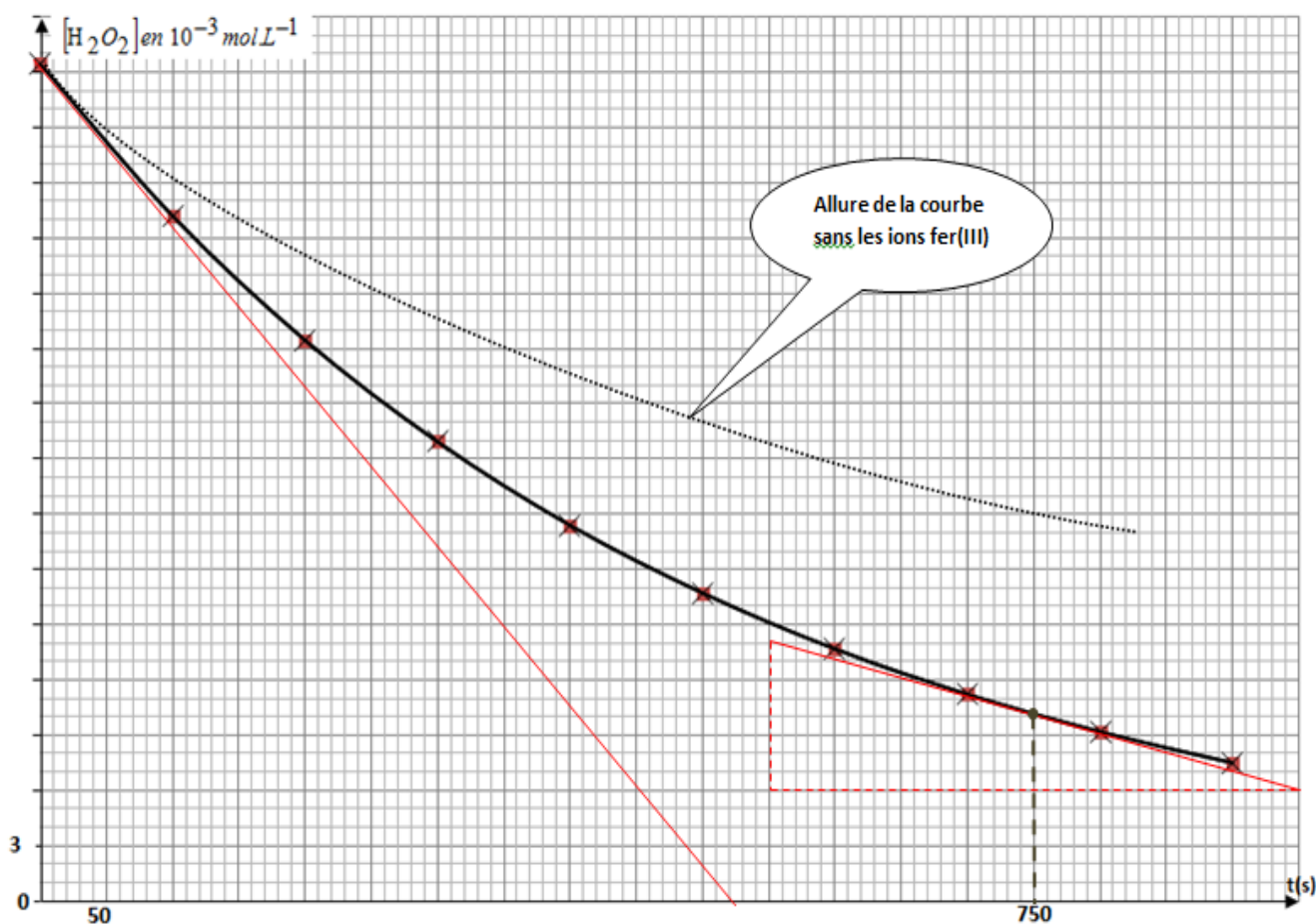
2.3.

2.3.1. Montrons que  $[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{5CV}{2V_0}$

$$\text{Equivalence : } \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{2} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{5} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot n_{\text{MnO}_4^-} \Rightarrow \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_0} = \frac{5}{2} \cdot \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{V_0} \Rightarrow \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_0} = \frac{5}{2} \cdot \frac{CV}{V_0} \Rightarrow [\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{5CV}{2V_0}$$

2.3.2. Compléter le tableau et tracer de la courbe  $[\text{H}_2\text{O}_2] = f(t)$

t(s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
V(mL)	12,12	9,92	8,12	6,65	5,44	4,46	3,65	2,99	2,45	2
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ en $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	45,4	37,2	30,4	24,9	20,4	16,7	13,7	11,2	9,2	7,5



## 2.4.

### 2.4.1. Détermination graphique des vitesses :

La vitesse de disparition de l'eau oxygénée à un instant donné correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $[H_2O_2] = f(t)$  à cet instant. Graphiquement on obtient :

$$V(t_0) = 8,74 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad V(t_2) = 1,95 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

La vitesse diminue car la concentration du réactif diminue au cours du temps.

### 2.4.2. Allure de la courbe en l'absence d'ions fer(II) : la vitesse est plus faible (voir courbe).

## EXERCICE 3

### 3.1. Etude du mouvement de la bille dans l'air :

#### 3.1.1. Représentation des forces : schéma ci-contre

#### 3.1.2. Calcul des intensités des forces :

$$P = mg = \rho_{ac} V_B g = \rho_{ac} \frac{4\pi r^3}{3} g = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{3} \cdot 10 = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F = \rho_0 V_B g = \rho_0 \frac{4\pi r^3}{3} g = 1,3 \cdot \frac{4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{3} \cdot 10 = 1,83 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

$$f = 6\pi\eta_{(air)} r V = 6\pi \cdot 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

d'où  $F \ll P$  et  $f \ll P$  on peut négliger les intensités de ces forces devant celle du poids.

#### 3.1.3. Equations horaires $x(t)$ et $v(t)$ :

$$T.C.I. \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} = \text{cste} \text{ MRUV} : \begin{cases} V_x = a_x t + V_{0x} \\ x = \frac{1}{2} a_x t^2 + V_{0x} t + x_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} V_x = gt \\ x = \frac{1}{2} a_x t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = 10t \\ x = 5t^2 \end{cases} \quad \text{le mouvement est rectiligne de direction verticale et uniformément accéléré.}$$

#### 3.1.4. Montrons les informations données confirment l'approximation en 3.1.2 :

$$MRUV : 2a_x(x-0) = V^2 - 0 \Rightarrow a_x = \frac{v^2}{2x} = \frac{3,16^2}{2 \cdot 0,5} = 9,986 \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$a_x \approx g \Rightarrow \vec{a} \approx \vec{g} \Rightarrow m\vec{a} \approx m\vec{g} \Rightarrow \vec{P} \approx m\vec{a} \Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} \approx \vec{P} \quad \text{Toutes les forces autres que le poids ont été négligées.}$$

### 3.2. Etude du mouvement dans l'huile

#### 3.2.1. Montrons que l'équation différentielle peut se mettre sous la forme : $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C$

$$T.C.I : \vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m\vec{a} \quad \text{Projetons suivant l'axe } ox : P - F - f = m \cdot a_x \Rightarrow mg - \rho_h V_B g - 6\pi\eta \cdot r \cdot V = m \frac{dV}{dt}$$

$$\rho_{ac} V_B \cdot g - \rho_h V_B g - 6\pi\eta \cdot r \cdot V = \rho_{ac} V_B \frac{dV}{dt} \Rightarrow \frac{dV}{dt} + \frac{6\pi\eta \cdot r}{\rho_{ac} \frac{4\pi \cdot r^3}{3}} \cdot V = \frac{(\rho_{ac} - \rho_h) \frac{4\pi \cdot r^3}{3} \cdot g}{\rho_{ac} \frac{4\pi \cdot r^3}{3}} \Rightarrow$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac} r^2} V = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$$

**3.2.2.** L'expression des constantes C et  $\tau$  :

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C \quad \text{et} \quad \frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac} r^2} V = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$$

Par identification  $C = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$  et  $\tau = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\eta}$  AN:  $C = 8,4 m \cdot s^{-2}$

**3.2.3. a)** Nature du mouvement si  $a=0$  : le mouvement sera rectiligne uniforme car la vitesse est maintenant constante et que la trajectoire est rectiligne.

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C \quad \text{si} \quad a=0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\tau} V = C \Rightarrow V_{\lim} = C \cdot \tau$$

**b)** Déduction de  $\tau$  :  $\tau = \frac{V_{\lim}}{C}$  AN  $\tau = \frac{4,2 \cdot 10^{-2}}{8,4} = 0,5 \cdot 10^{-2} s$   $\tau = 0,5 \cdot 10^{-2} s$

**3.2.4.** Détermination de la valeur de la viscosité :

$$\tau = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\eta} \Rightarrow \eta = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\tau} \quad \text{AN: } \eta = \frac{2 \cdot 2,7 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^2}{9 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2}} = 7,8 \cdot 10^{-1} \quad \eta = 7,8 \cdot 10^{-1} S.I$$

## EXERCICE 4

### 4.1. Etude de la charge du condensateur :

**4.1.1.** Expression de q en fonction du temps t :

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt ; \quad \int dq = \int idt \quad \text{or} \quad i = I = cste \Rightarrow q = I \cdot t + cste \quad \text{à } t=0 \quad q=0 \Rightarrow cste = 0$$

on tire  $q = I \cdot t$

**4.1.2.** Déduction par exploitation graphique :

**a)** La capacité C du condensateur : Le graphe implique  $q = 2,25 \cdot 10^{-4} \cdot U_{AB}$  et la théorie:  $q = C \cdot U_{AB}$  donc  **$C = 225 \cdot 10^{-6} F$** .

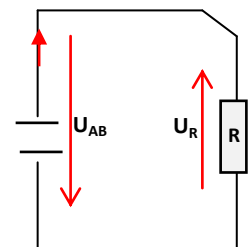
**b)** Date à laquelle  $U_{AB} = 1,8 V$  :

$$\text{si } U_{AB} = 1,80 V \quad q = 400 \cdot 10^{-6} C \quad \text{or} \quad q = I \cdot t \Rightarrow t = \frac{q}{I} \quad \text{AN: } t = \frac{400 \cdot 10^{-6}}{17 \cdot 10^{-6}} = 23,5 s. \quad t = 23,5 s.$$

### 4.2. Etude de la décharge du condensateur :

**4.2.1.** Equation différentielle

$$u_R + u_{AB} = 0 \Rightarrow Ri + u_{AB} = 0$$



$$i = \frac{dq}{dt} \text{ or } q = Cu_{AB} \Rightarrow i = C \cdot \frac{du_{AB}}{dt} \Rightarrow RC \cdot \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$$

Cette équation est de la forme  $\frac{1}{\beta} \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$  avec  $\beta = \frac{1}{RC}$

**4.2.2.** La constante  $\frac{1}{\beta} = RC$  est appelée constante de temps. Elle caractérise la durée de la décharge du condensateur.

**4.2.3.**

**4.2.3.1.** La valeur de  $\alpha$  :

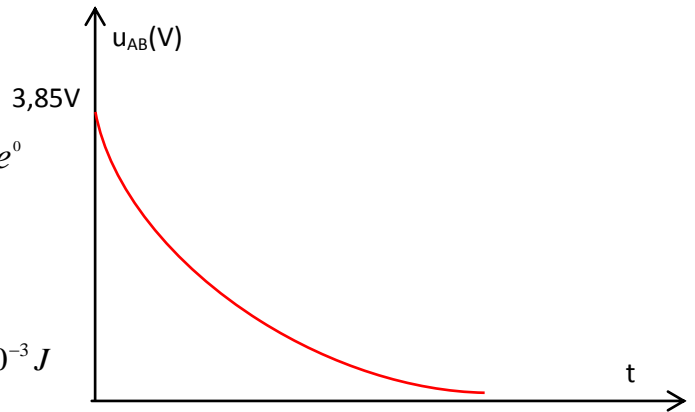
$$u_{AB} = \alpha \cdot e^{-\beta t} \text{ à } t=0 \quad u_{AB} = 3,85V \Rightarrow 3,85 = \alpha \cdot e^0 \\ \Rightarrow \alpha = 3,85V$$

Ebauche de la courbe  $u_{AB} = f(t)$  : ci-contre

**4.2.3.2.** Expression et calcul de l'énergie :

$$E_0 = \frac{1}{2} C U_0^2 \quad E_0 = \frac{1}{2} \cdot 225 \cdot 10^{-6} \cdot 3,85^2 = 1,67 \cdot 10^{-3} J$$

**4.2.3.3.** Puissance moyenne :  $P_m = \frac{E_0}{\Delta t}$  A.N :  $P_m = \frac{1,67 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 16,7 W$   $P_m = 16,7 W$



## EXERCICE 5

**5.1.** Explication de la formation des franges brillantes et des franges sombres :

Les radiations lumineuses issues de  $F_1$  et  $F_2$  se superposent en tout point de la zone commune des faisceaux venant de ces sources.

Si les deux radiations issues de  $F_1$  et  $F_2$  arrivent en phase en un point de l'écran, on obtient une interférence constructive et la frange sera brillante. Par contre si les deux radiations issues de  $F_1$  et  $F_2$  arrivent en opposition de phase en un point de l'écran, on obtient une interférence destructive et la frange sera obscure.

**5.2.** On a  $\delta = \frac{ax}{D}$

**5.2.1.** Condition vérifiée par  $\delta$  pour une frange brillante : il doit être un nombre entier de longueur d'onde  $\delta = k\lambda$

**5.2.2.** Monter que  $i = \frac{\lambda D}{a}$

Raisonnons avec deux franges brillantes consécutives (ordre  $k$  et  $k+1$ ) :

$$x_k = \frac{K\lambda D}{a} \text{ et } x_{k+1} = \frac{(K+1)\lambda D}{a} \text{ or } i = x_{k+1} - x_k \Rightarrow i = \frac{(K+1)\lambda D}{a} - \frac{K\lambda D}{a} \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{a}$$

**5.3.**

**5.3.1.** Relation entre  $\Delta x$ ,  $D$ ,  $a$  et  $\lambda_1$  :

$$\Delta X = 4i \text{ or } i = \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{\Delta X} \Rightarrow a = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{\Delta X} \quad a = 4 \cdot \frac{633 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{25 \cdot 10^{-3}} = 303,84 \cdot 10^{-6} m$$

$$a = 304 \mu m$$

**5.3.2.** Relation entre  $\lambda_1$ ,  $\lambda_d$ ,  $\Delta x$ ,  $\Delta x'$  :

$$\Delta X = 5. \frac{\lambda_1 D}{a} \quad \text{et} \quad \Delta X' = 5. \frac{\lambda_d D}{a} \Rightarrow \frac{\lambda_d}{\lambda_1} = \frac{\Delta X'}{\Delta X} \Rightarrow \lambda_d = \frac{\Delta X'}{\Delta X} \cdot \lambda_1 \quad \text{A.N : } \lambda_d = \frac{27}{25} \cdot 633 = 683,64 \text{ nm}$$

**5.4.** Les deux radiations sont utilisées pour éclairer une cellule photo émissive :

**5.4.1.**  $\lambda_0 = \frac{C}{\gamma_0} \quad \lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{4,5 \cdot 10^{14}} = 666 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 667 \text{ nm}$  il y a effet photoélectrique si  $\lambda \leq \lambda_0$

$\lambda_1 \leq \lambda_0$  il y aura effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde  $\lambda_1$

$\lambda_d > \lambda_0$  il y aura pas effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde  $\lambda_d$

$$E_{C\max} = E_{\text{photon}} - W_0 = \frac{hC}{\lambda_1} - h\gamma_0 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}} - 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 4,5 \cdot 10^{14} = 1,58 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 9,875 \text{ eV}$$

$$E_{C\max} = 1,58 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 9,875 \text{ eV}$$

**5.4.2.** Cette expérience met en évidence le caractère corpusculaire de la lumière.

Une application de cet aspect : Production de courant électrique à partir du rayonnement solaire ( énergie solaire).

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 : (04 points).**

Dans une fiole jaugée de 500 mL, on introduit un volume  $V_0 = 20$  mL d'une solution  $S_0$  d'un monoacide de concentration  $C_0$  inconnue. On complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

On dose la solution  $S$  ainsi obtenue à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 0,20$  mol.L<sup>-1</sup>. Le dosage suivi au pH-mètre a permis d'obtenir le tableau de valeurs suivant :

$V_b$ (mL)	2,0	4,0	6,0	8,0	9,0	9,9	10,1	11,0	12,0	14,0	16,0
pH	2,2	2,6	2,8	3,1	3,4	4,4	9,6	10,6	10,9	11,2	11,4

**1.1** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. (0,5 pt)

**1.2** Tracer la courbe du pH du milieu en fonction du volume  $V_b$  d'hydroxyde de sodium versé (la courbe est à rendre avec la copie). (01 pt)

**1.3** Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence. L'acide dosé est-il un acide faible ? Justifier. (01 pt)

**1.4** Déterminer la concentration  $C_0$  de la solution  $S_0$ . (0,5 pt)

**1.5** Au lieu de suivre le dosage au moyen d'un pH-mètre on utilise un indicateur coloré, l'hélianthine. Le début du virage de l'indicateur se produit pour un pH voisin de 3,3. Quelle erreur relative commet-on sur la concentration de  $S_0$  si on arrête l'addition de la solution d'hydroxyde de sodium dès le début du virage de l'hélianthine ? (0,5 pt)

**1.6** Si on avait dosé 50 mL de la solution  $S$  avec la solution de soude à 0,20 mol.L<sup>-1</sup> quel serait le volume équivalent ? Commenter le résultat. (0,5 pt)

**EXERCICE 2 : (04 points).**

Les acides  $\alpha$  aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

**2.1°** L'acide  $\alpha$  aminé A, de formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$  fait partie des vingt principaux acides  $\alpha$  aminés des organismes vivants.

**2.1.1** Donner, dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide  $\alpha$  aminé A. (0,25 pt)

**2.1.2** Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide  $\alpha$  aminé. (0,25 pt)

**2.2** On réalise la réaction de condensation d'un acide  $\alpha$  aminé B de formule semi-développée  $\text{R-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$  sur l'acide  $\alpha$  aminé A (R est un radical alkyl ou un atome d'hydrogène).

On ne tiendra pas compte, dans cette question, de l'isomérisation optique et on ne considèrera que les réactions possibles entre A et B.

**2.2.1.** Combien de dipeptides peut-on alors obtenir ? Ecrire les équations des réactions mises en jeu. (0,75 pt)

**2.2.2.** Encadrer la liaison peptidique pour chaque dipeptide obtenu. (0,5 pt)

**2.2.3.** Sachant que chaque dipeptide a une masse molaire  $M = 174$  g.mol<sup>-1</sup>, déterminer la formule semi-développée et le nom de l'acide  $\alpha$  aminé B. (0,75 pt)

**2.3** L'acide  $\alpha$  aminé B ressemble beaucoup, quand il est pur, à un corps à structure ionique. Il se présente en effet sous la forme d'un ion bipolaire (amphion ou zwitterion).

**2.3.1.** Ecrire la formule semi développée de cet ion bipolaire. (0,25 pt)

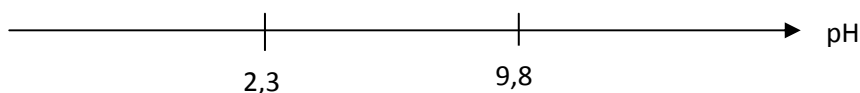
**2.3.2.** Justifier son caractère amphotère. (0,25 pt)

**2.3.3.** En déduire les couples acide/base qui lui sont associés. (0,5 pt)

**2.3.4.** Les  $pK_a$  de ces couples acide/base ont pour valeur  $pK_{a1} = 2,3$  et  $pK_{a2} = 9,8$ .

**a).** Associer à chaque couple acide/base un  $pK_a$ . (0,25 pt)

**b).** Compléter le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide  $\alpha$  aminé B pour chaque domaine de pH. (0,25 pt)



**EXERCICE 3 : (04 points).**

Lors des derniers championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer de poids a réussi un jet à une distance  $D = 21,69$  m.

L'entraîneur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer.

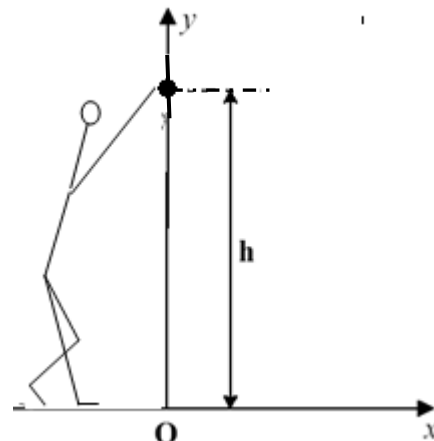
Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.

Il dispose pour cela d'enregistrements relatifs à la vitesse du boulet (nom donné au « poids »).

Pour simplifier, l'étude porte sur le mouvement du centre d'inertie du boulet dans le référentiel terrestre où on définit le repère d'espace  $(O, x, y)$  où :

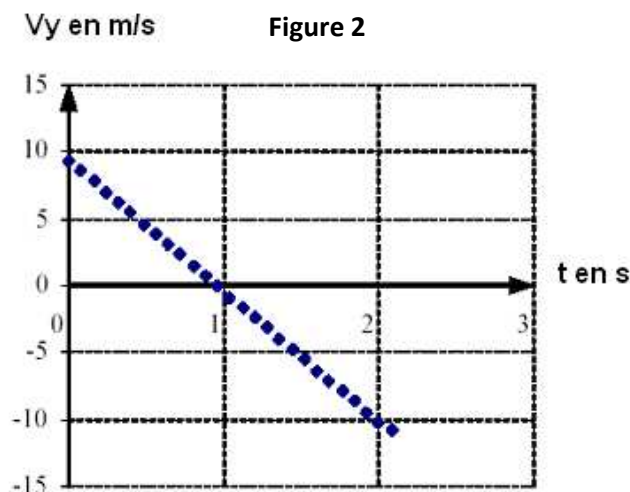
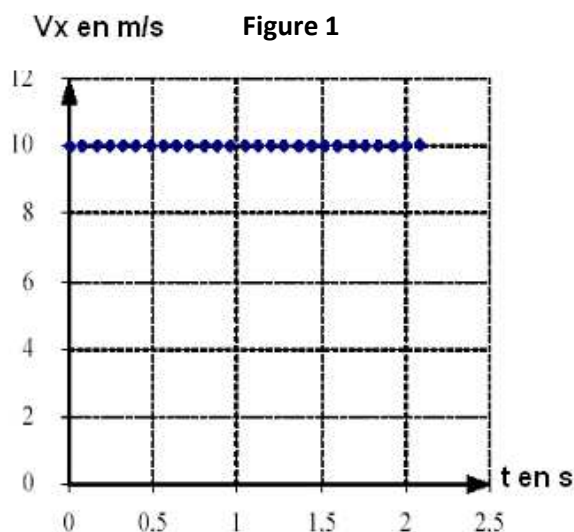
- Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l'instant où il quitte la main du lanceur.
- Ox est un axe horizontal au niveau du sol.

L'origine des temps  $t = 0$  est prise au moment du lancer du boulet où son centre d'inertie est situé à la distance verticale  $h = 2,62$  m du sol.

**3.1 Exploitation des enregistrements.**

L'entraîneur a obtenu les graphes, en fonction du temps, des composantes horizontale  $v_x$  et verticale  $v_y$  du vecteur-vitesse instantanée (figures 1 et 2 ci-dessous).

Pour chacun des graphes, les dates correspondant à deux points successifs sont séparées par le même intervalle de temps.



**NB : Ces courbes ne sont pas à rendre avec la copie. On expliquera simplement l'exploitation qui en est faite pour répondre aux questions.**

**3.1.1** En utilisant la figure 1, déterminer :

- a) la composante  $v_{0x}$  du vecteur-vitesse du centre d'inertie du boulet à l'instant de date  $t = 0$  s. **(0,25 pt)**  
 b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe Ox. **(0,25 pt)**

**3.1.2** En utilisant la figure 2, déterminer :

- a) la composante  $v_{0y}$  du vecteur-vitesse à l'instant de date  $t = 0$  s. **(0,25 pt)**  
 b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe OY. **(0,25 pt)**

**3.1.3** Exprimer les composantes  $v_{0x}$  et  $v_{0y}$  en fonction de la valeur  $V_0$  du vecteur-vitesse initiale et de l'angle  $\alpha$  de ce vecteur avec l'horizontale. **(0,5 pt)**

**3.1.4.** En déduire la valeur de  $V_0$  et celle de l'angle  $\alpha$ . **(01 pt)**

**3.2 Etude théorique du mouvement.**

**3.2.1** Par application du théorème du centre d'inertie, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer le vecteur-accélération du centre d'inertie du boulet lors du mouvement. **(0,25 pt)**

**3.2.2** En déduire les équations, en fonction du temps, des composantes  $V_x$  et  $V_y$  du vecteur-vitesse instantanée  $\vec{V}$ . Ces équations sont-elles en accord avec les graphes des figures 1 et 2 ? **(0,5 pt)**



**3.2.3** Etablir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement. En déduire l'équation de la trajectoire. Représenter cette trajectoire et le vecteur-vitesse  $\vec{V}_0$  au point de départ du boulet. (0,75 pt)

On prendra :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

**EXERCICE 4 : (04 points).**

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques ( $L$ ,  $N$ ,  $I_{\max}$ ), pour une utilisation optimale et sécuritaire.  $L$  et  $N$  représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que  $I_{\max}$  correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

**4-1.** Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur  $\ell = 0,5 \text{ m}$ , comportant  $N$  spires de rayon  $R = 5 \text{ cm}$ . Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe ( $\Delta$ ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical ( $\Delta'$ ).

Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité  $I$  dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle  $\alpha$ .

**4-1-1.** Faire un schéma où seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique  $\vec{B}_C$  créé par le courant, le vecteur  $\vec{B}_H$  composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle  $\alpha$ . (0,75 pt)

**4-1-2.** Exprimer  $\tan \alpha$  en fonction de  $B_H$ ,  $N$ ,  $I$ ,  $\ell$  et  $\mu_0$  (perméabilité magnétique du vide) (0,5 pt)

**4-2.** Le groupe fait varier l'intensité  $I$  du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle  $\alpha$  pour chaque valeur de  $I$ . Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe  $\tan \alpha = f(I)$ . (figure 1)

**4-2-1.** Déterminer à partir de cette courbe la relation entre  $\tan \alpha$  et  $I$

**NB : Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie.**

(0,5 pt)

**4-2-2.** En déduire la valeur de  $N$  que l'on notera  $N_0$ .

(0,25 pt)

On donne :  $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ SI}$  ;  $B_H = 2.10^{-5} \text{ T}$

**4-2-3.** Déterminer l'inductance  $L$  du solénoïde (on prendra  $N = 1195$  spires).

(0,75 pt)

**4-3.** Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après (figure 2). La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance  $R_0 = 10 \Omega$ . Ils utilisent un générateur de courant continu  $G$  ( $E = 12 \text{ V}$  ;  $r = 5 \Omega$ ). La résistance interne du solénoïde est  $r' = 5 \Omega$ . Le nombre de spires est  $N = 1195$  spires. L'interrupteur est dans la position 1.

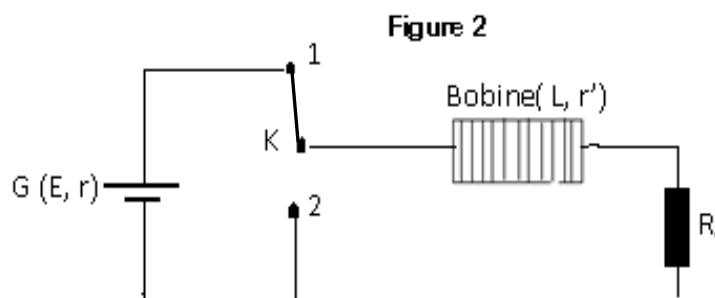
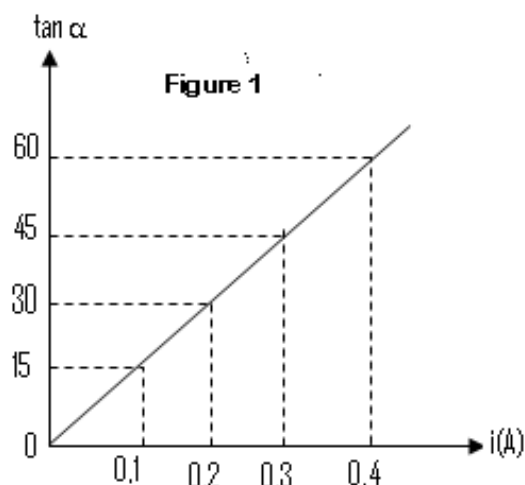
**4-3-1.** Déterminer l'intensité  $I_0$  du courant dans le circuit en régime permanent.

(0,25 pt)

**4-3-2.** En un temps très bref et à  $t = 0$ , on bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

a) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  du courant dans le circuit. (0,5 pt)

b) Vérifier que  $i = A e^{-t/\tau}$  est solution de cette équation différentielle,  $A$  et  $\tau$  étant des constantes à exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Donner l'allure de la courbe  $i = f(t)$ . (0,5 pt)



**EXERCICE 5 : (04 points)**

Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium.

Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse. Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.

**5-1.** L'isotope 97 du technétium  ${}^{97}_{43}\text{Tc}$ , de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96,  ${}^{96}_{42}\text{Mo}$  avec un noyau de deutérium  ${}^A_Z\text{X}$ .

**5-1.1** Qu'appelle-t-on noyaux isotopes ? (0, 25 pt)

**5-1.2.** Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium  ${}^{97}_{43}\text{Tc}$  à partir du molybdène  ${}^{96}_{42}\text{Mo}$  en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

A quel élément chimique appartient le deutérium ? (0, 75 pt)

**5-2.** L'isotope 99 du technétium  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99,  ${}^{99}_{42}\text{Mo}$ .

Une infirmière prépare une dose de technétium 99,  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ . Deux heures après, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

**5-2-1.** Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit. (0, 5 pt)

**5-2-2.** Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents. (0, 5 pt)

**5-2-3.** Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99. (0, 75 pt)

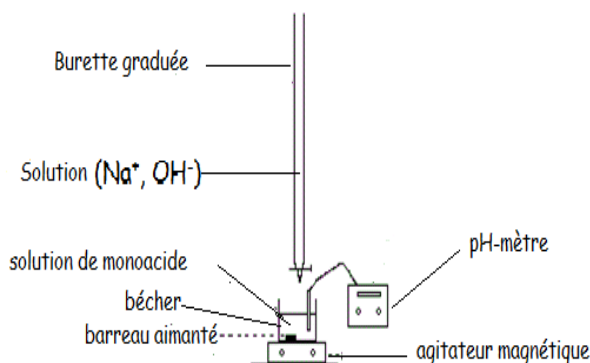
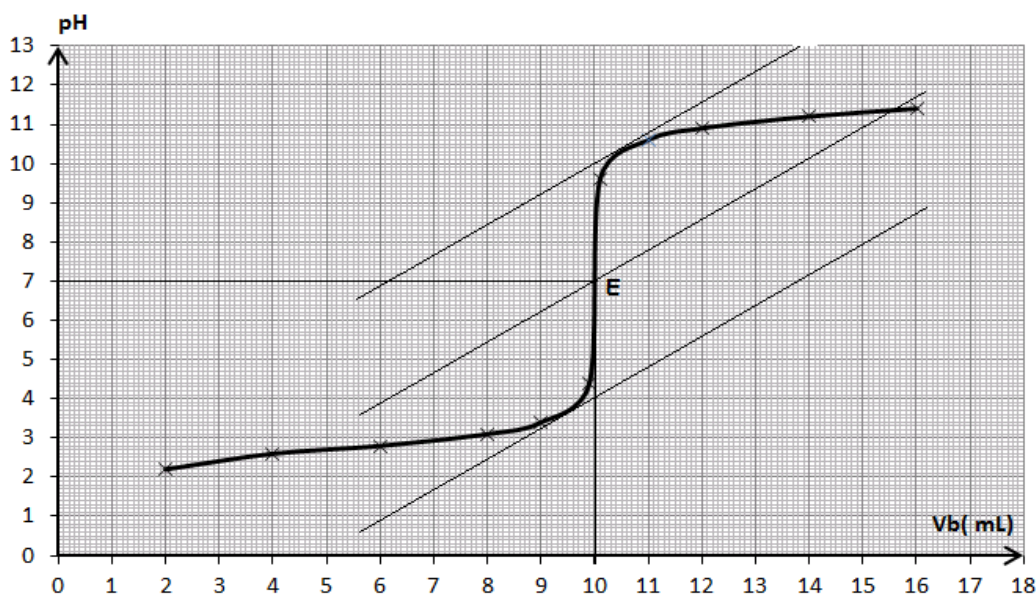
**5-2-4.** L'activité maximale des doses administrées en  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  ne doit pas dépasser  $10^9$  Bq. Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ? (0, 75 pt)

**5-3.** Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse. (0, 5 pt)

Données :  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$ .

Particule ou noyau	${}^{60}_{27}\text{Co}$	${}^{60}_{28}\text{Ni}$	électron	${}^{99}_{43}\text{Tc}$
Masse en u	59,934	59,931	$5,486.10^{-4}$	98,882

**FIN DU SULET**

**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1****1.1 Schéma annoté du dispositif de dosage :****1.2 Courbe pH= f(V<sub>b</sub>)**courbe pH= f(V<sub>b</sub>)**1.3 Détermination graphique des coordonnées du point d'équivalence :**

On applique la méthode des tangentes (voir courbe) ; on en tire : E ( V<sub>bE</sub>= 10 mL ; pH<sub>E</sub>=7 ).

L'acide dosé n'est pas un acide faible ; c'est un acide fort car le pH à l'équivalence est 7.

**1.4 Détermination de la concentration C<sub>0</sub> :**

A l'équivalence on a : C<sub>S</sub>V<sub>S</sub> = C<sub>b</sub>V<sub>bE</sub> or C<sub>S</sub>V<sub>S</sub> = C<sub>0</sub>V<sub>0</sub> d'où C<sub>0</sub>V<sub>0</sub>=C<sub>b</sub>V<sub>bE</sub> ⇒ C<sub>0</sub>= $\frac{C_b V_{bE}}{V_0}$

A.N : C<sub>0</sub>= $\frac{0,2 \times 10}{20}$  = 0,10 mol.L<sup>-1</sup>.

**1.5 Erreur relative sur C<sub>0</sub> :**

pH= 3,3 ⇒ V<sub>bE</sub>' ≈ 8,5 ⇒ C<sub>0</sub>'= $\frac{0,2 \times 8,5}{20}$  = 0,085 mol.L<sup>-1</sup>.

$$\frac{\Delta C_0}{C_0} = \frac{0,10 - 0,085}{0,10} = 0,15 \quad \text{Erreur relative de 15\%}$$

## 1.6 Volume de soude

Si on avait dosé 50 mL de S on aurait  $C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow V_{bE} = \frac{C_a V_a}{C_b}$

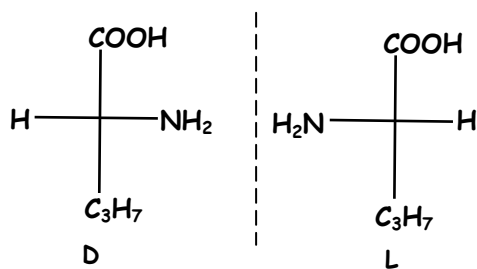
$$\text{or } C_a = \frac{0,1 \times 20}{500} = 0,004 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow V_{bE} = \frac{0,004 \times 50}{0,2} = 1 \text{ mL}$$

Le volume est très faible ; la raison en est que la concentration de la soude utilisée pour le dosage est relativement élevée. Ce qui pourrait justifier le dosage du volume entier de 500 mL de la solution diluée S.

## EXERCICE 2

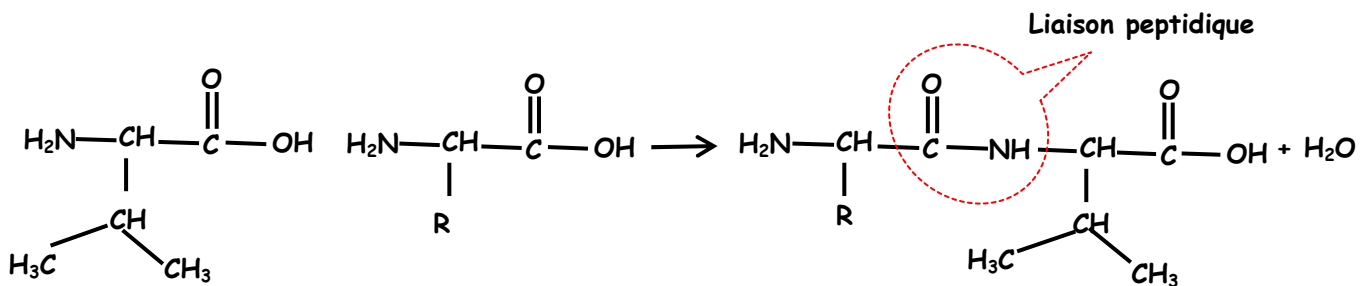
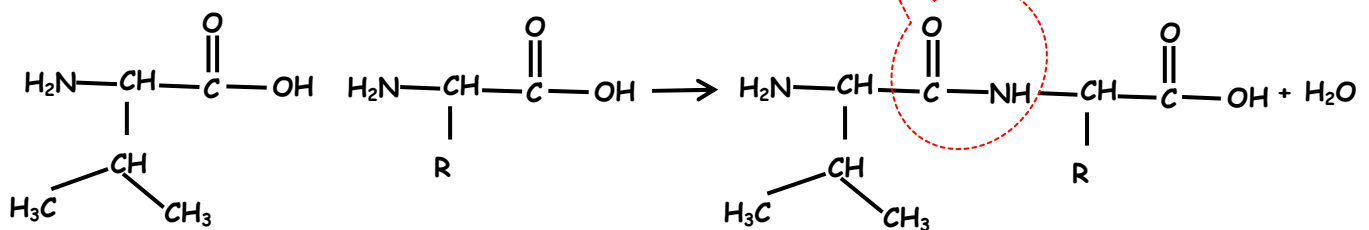
### 2.1.1 Nom officiel de A : acide 2-amino-3-méthylbutanoïque

### 2.1.2 Représentation de Fischer des énantiomères :



### 2.2.1 Nombre de dipeptides : deux (02)

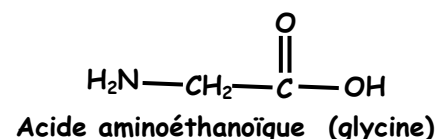
Equations des réactions mises en jeu :



### 2.2.2 Encadrer la liaison peptidique (voir ci-dessus).

### 2.2.3 Formule semi-développée et nom de B :

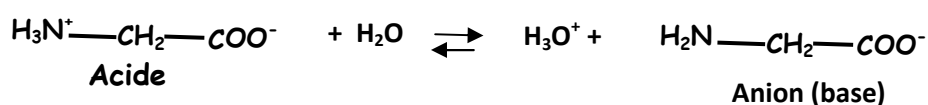
$$M(B) = M(R) + 7 \times 12 + 3 \times 16 + 2 \times 14 + 13 = 174 \Rightarrow M(R) = 1 \Rightarrow R = \text{H}$$



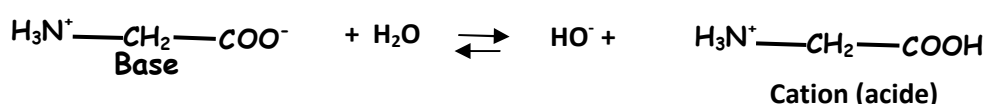
### 2.3.1 Formule semi-développée de l'ion bipolaire : $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$

### 2.3.2 Cet ion peut se comporter comme un acide ou une base d'où son caractère amphotère.

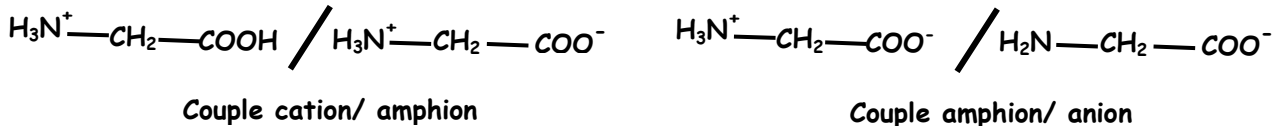
Comportement acide de l'amphion : sa réaction avec l'eau se traduit par l'équation qui suit.



Comportement basique de l'amphion : sa réaction avec l'eau se traduit par l'équation qui suit.

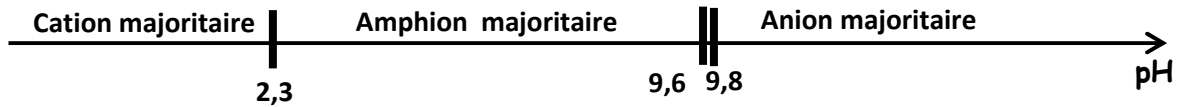


### 2.3.3 Les couples acides bases associés à l'amphion :



2.3.4 a) couple cation/amphion  $\text{pK}_a = \text{pK}_{a1} = 2,3$  et couple amphion/anion  $\text{pK}_a = \text{pK}_{a2} = 9,6$ .

2.3.4 b) complément du diagramme :



Le résultat est accepté si le point 9,6 n'est pas placé sur l'axe et que l'on ait pris 9,8 à la place

### EXERCICE 3

#### 3.1 Exploitation des enregistrements :

##### 3.1.1

a)  $V_{0x} = 10 \text{ m.s}^{-1}$

b) Nature du mouvement suivant Ox : mouvement rectiligne uniforme ( $a_x = 0$  car  $V_x = \text{Cte}$ ).

##### 3.1.2

a)  $V_{0y} (\text{à } t=0) = 9 \text{ m.s}^{-1}$

b) Nature du mouvement suivant OY: mouvement rectiligne uniformément décéléré ( $a_y = \frac{dV_y}{dt} = \text{Cte}$ )

3.1.3 Expressions de  $V_{0x}$  et  $V_{0y}$  :  $V_{0x} = V_0 \cos \alpha$  et  $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$ .

3.1.4 La valeur de  $V_0$  et celle de l'angle  $\alpha$  :  $V_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2} \Rightarrow V_0 = 13,45 \text{ m.s}^{-1}$

$$\tan \alpha = \frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \frac{9}{10} \Rightarrow \alpha = 42^\circ$$

#### 3.2 Etude théorique du mouvement :

3.2.1 Théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

3.2.2 Les équations horaires  $V_x$  et  $V_y$  :

$V_x$  et  $V_y$  sont respectivement les primitives de  $a_x = 0$  et  $a_y = -g$

$$V_x = \text{cte} = V_{0x}$$

$$V_y = -g \cdot t + V_{0y} = -9,8 \cdot t + 9$$

Ce qui est en accord avec les graphes des figure 1 et 2.

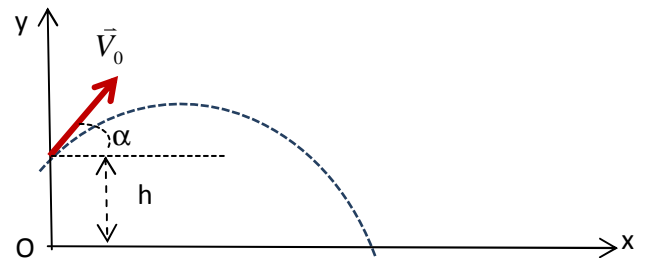
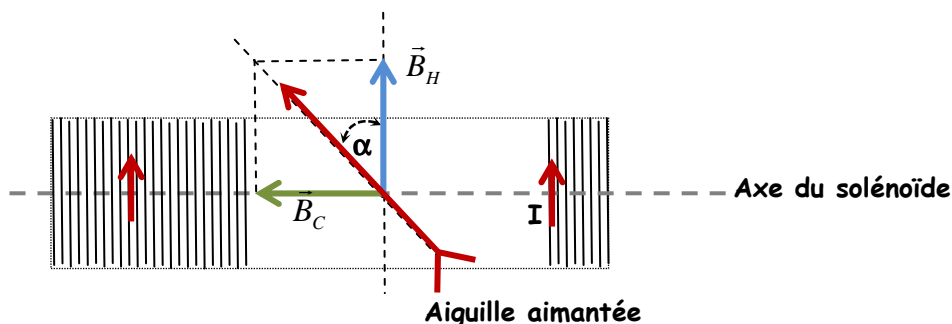
3.2.3 Les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$

$$\begin{cases} x(t) = 10t \\ y(t) = -4,9t^2 + 9t + 2,62 \end{cases}$$

Equation de la trajectoire :  $y = -0,049x^2 + 0,9x + 2,62$

### EXERCICE 4

#### 4.1.1 Schéma du solénoïde vue de dessus



4.1.2 Expression de  $\tan\alpha$ :  $\tan\alpha = \frac{B_C}{B_H} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l \cdot B_H}$

4.2.1 Relation entre  $\tan\alpha$  et  $I$  à partir du graphe :

$\tan\alpha = a \cdot I$  or  $a=150$  (coefficient directeur)  $\Rightarrow \tan\alpha = 150 \cdot I$

4.2.2 Dédution de la valeur de  $N$  :

$\tan\alpha = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l \cdot B_H} = 150 \cdot I \Rightarrow N = \frac{150 \cdot l \cdot B_H}{\mu_0}$  A.N :  $N = N_0 = \frac{150 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1194$  spires.

4.2.3 Détermination de l'inductance  $L$  :  $\Phi = N \cdot B \cdot S = L \cdot I$  or  $S = \pi R^2$  et  $B_C = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l} \Rightarrow L \cdot I = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l} \cdot \pi R^2$

$\Rightarrow L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot \pi \cdot R^2}{l}$  A.N :  $L = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot (1195)^2}{0,5} = 2,82 \cdot 10^{-2} \text{ H}$

$L = 28,2 \text{ mH}$ .

4.3.1 Intensité du courant en régime permanent :

$I_0 = \frac{E}{R + r + r'} = \frac{12}{10+5+5} = 0,6 \text{ A}$ .

4.3.2 a) Equation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  :

$U_{AD} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$   $U_{AB} = r' \cdot i + L \frac{di}{dt}$

$U_{BC} = R_0 \cdot i$  ;  $U_{CD} = 0$  et  $U_{AD} = 0 \Rightarrow 0 = r' \cdot i + L \frac{di}{dt} + R_0 \cdot i \Rightarrow L \frac{di}{dt} + (R_0 + r') \cdot i = 0 \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = 0$

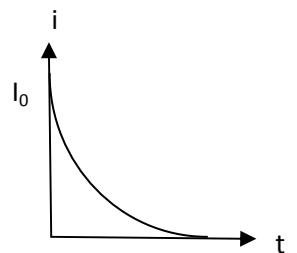
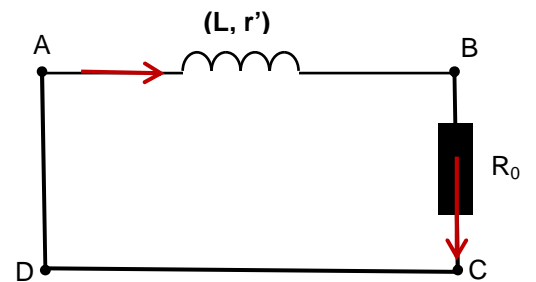
4.3.2 b) Vérification que  $i = A \cdot e^{-t/\tau}$  est solution de l'équation différentielle :

$i = A \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = -\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{R_0 + r'}{L} A \cdot e^{-t/\tau} = A \cdot e^{-t/\tau} \left(\frac{R_0 + r'}{L} - \frac{1}{\tau}\right)$

$\frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = 0 \Rightarrow \left(\frac{R_0 + r'}{L} - \frac{1}{\tau}\right) = 0 \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_0 + r'}$  ; à  $t=0$   $i = I_0 \Rightarrow A = I_0$ .

D'où :  $i = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$  avec  $\tau = \frac{L}{R_0 + r'}$

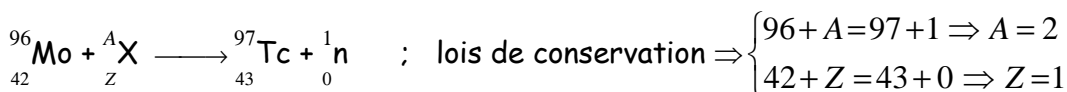
Allure courbe  $i = f(t)$  : décroissance exponentielle à partir de la valeur  $i = I_0$ .



## EXERCICE 5

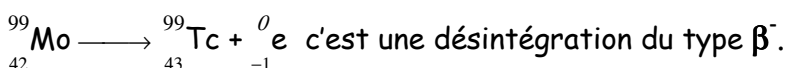
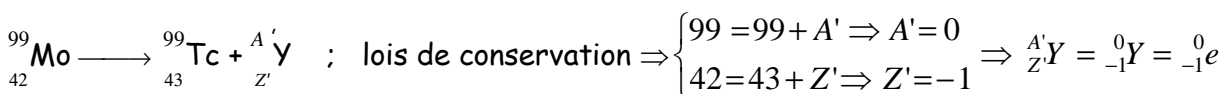
5.1.1 On appelle noyaux isotopes des noyaux ayant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

5.1.2 Equation de la réaction de synthèse du  $^{97}_{43}\text{Tc}$  à partir du  $^{96}_{42}\text{Mo}$  :



Le noyau de deutérium est donc  ${}^2_1\text{X} \Rightarrow Z=1$  : il appartient à l'élément hydrogène ( ${}^2_1\text{X} = {}^2_1\text{H}$ ).

5.2.1 Equation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir du  $^{99}_{43}\text{Tc}$  à partir du  $^{99}_{42}\text{Mo}$  :



5.2.2 Définition de l'activité : l'activité d'une source radioactive est le nombre de désintégrations qui s'y produit par unité de temps.

Relation entre A et N : on a  $A = -\frac{dN}{dt}$  et  $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A = \lambda N$

**5.2.3** La période radioactive T du  $^{99}_{43}\text{Tc}$  :

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda \cdot t = \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) \text{ or } T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow T = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln\left(\frac{A_0}{A}\right)}$$

Deux après la préparation  $\frac{A}{A_0} = \frac{79,5}{100} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot \ln 2}{\ln \frac{1}{0,795}} = 6,04 \text{ h} \quad T = 6,0 \text{ h.}$

**5.2.4** Masse maximale de  $^{99}_{43}\text{Tc}$  :

$$m_{\max} = N_{\max} \cdot m_{\text{noyau}} \text{ or } A = \lambda \cdot N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} \Rightarrow m_{\max} = \frac{A \cdot m_{\text{noyau}}}{\lambda} \Rightarrow m_{\max} = \frac{A \cdot m_{\text{noyau}} \cdot T}{\ln 2}$$

$$m_{\max} = \frac{10^9 \cdot (98,882 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}) \cdot (6,04 \cdot 3600)}{\ln 2} = 5,1 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \quad m_{\max} = 5,15 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 5,1 \text{ ng.}$$

**5.3** Le choix sera porté sur l'isotope  $^{99}_{43}\text{Tc}$  car sa période radioactive est plus petite que celle du  $^{97}_{43}\text{Tc}$  :  
plus la période radioactive est petite plus la désintégration se fera plus rapidement.

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**Données ; masses molaires atomiques :  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ .**EXERCICE 1 (04 points).**

*L'alcool amylique est un composé couramment utilisé en synthèse, en particulier pour la synthèse de l'arome de banane, lui même utilisé pour parfumer des médicaments et des boissons.*

La formule brute de l'alcool amylique est de la forme  $C_nH_{2n+2}O$ . Deux des isomères de l'alcool amylique, notés A et B, ont la même chaîne carbonée et sont des alcools primaires. L'isomère A est optiquement actif ; l'isomère B peut réagir avec l'acide éthanoïque pour donner un ester ayant une odeur de banane.

**1-1** On procède à l'oxydation ménagée d'une masse  $m = 1,72 \text{ g}$  de l'isomère B par un excès d'une solution acidifiée de permanganate de potassium. Le produit obtenu est dissous dans de l'eau distillée. On obtient alors une solution S de volume  $V = 375 \text{ mL}$ .

En présence d'un indicateur coloré approprié, on dose un volume  $V_a = 10 \text{ mL}$  de la solution S par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le virage de l'indicateur a lieu lorsqu'on a versé un volume  $V_b = 18 \text{ mL}$  de la solution d'hydroxyde de sodium.

**1-1-1** Déterminer la concentration  $C_a$  de la solution S. (0,5 point)

**1-1-2** En déduire la masse molaire et la formule brute de l'alcool amylique. (0,75 point)

**1-1-3** La molécule de A contient un atome de carbone asymétrique.

**a)** Qu'appelle-t-on atome de carbone asymétrique ? (0,25 point)

**b)** Ecrire la formule semi développée de A ; donner le nom de ce composé. (0,5 point)

**1-1-4** Ecrire la formule semi développée de B ; donner son nom. (0,5 point)

**1-2** En présence d'acide sulfurique et en chauffant à reflux, on fait réagir  $16 \text{ g}$  d'acide éthanoïque avec  $8 \text{ g}$  de l'isomère B. Le composé organique formé a une masse  $m' = 7 \text{ g}$ .

**1-2-1** Préciser le rôle de l'acide sulfurique dans cette réaction. (0,25 point)

**1-2-2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction, nommer le composé organique obtenu. (0,5 point)

**1-2-3** Le mélange initial est-il dans les proportions stœchiométriques ?

Si non préciser le réactif limitant, justifier

**1-2-4** Calculer le rendement de la réaction. (0,25 point)

**EXERCICE 2 (04 points)**

On dissout une certaine masse d'un acide carboxylique noté AH dans de l'eau distillée pour obtenir une solution  $S_A$  de volume  $V_A = 50,0 \text{ mL}$  que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à  $4,17 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange en fonction du volume  $V$  de la solution d'hydroxyde de sodium versé dans la solution  $S_A$ . On obtient la courbe jointe en annexe à la page 4 (figure 1). La température est supposée constante et égale à  $25^\circ\text{C}$ .

**2.1** Déterminer les coordonnées du point d'équivalence (Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la feuille de copie; on expliquera simplement la méthode utilisée). (0,75 point)

**2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage. (0,5 point)

**2.3** Déterminer la concentration molaire volumique de la solution  $S_A$ . (0,5 point)

**2.4** Pour déterminer le  $pK_A$  du couple  $AH/A^-$  deux élèves utilisent des méthodes différentes.

**2.4.1** L'un des élèves étudie la composition de la solution obtenue à la demi-équivalence.

Il en déduit une relation simple entre le pH et le  $pK_A$  et détermine alors le  $pK_A$  par méthode graphique.

**a)** Etablir la relation entre le  $pK_A$  et le pH de la solution à la demi-équivalence. (0,5 point)

**b)** Retrouver la valeur du  $pK_A$  trouvée par cet élève (la courbe n'est pas à rendre). (0,25 point)

**2.4.2** L'autre élève considère la solution obtenue à l'équivalence. Il explique le caractère basique de cette solution en considérant la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau. Il montre alors, en négligeant la concentration de l'acide formé par ladite réaction devant celle de l'ion carboxylate,

que la constante d'acidité peut s'exprimer par :  $K_A = \frac{[H_3O^+]^2 \cdot C_A V_A}{K_e (V_A + V_{BE})}$ , relation où  $V_{BE}$  représente le volume de la solution d'hydroxyde de sodium à l'équivalence et  $K_e$  le produit ionique de l'eau.

**a)** Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau. (0,5 point)

**b)** Retrouver l'expression de la constante d'acidité établie par l'élève. En déduire la valeur du  $pK_A$  que cet élève a pu trouver. Comparer avec la valeur trouvée en 2.4.1.b. Commenter

(01point)



**EXERCICE 3 (04 points).**

On se propose de déterminer le nombre de masse de l'un des isotopes du potassium, élément chimique, mélange de deux types d'isotopes:  $^{39}\text{K}$  et  $^x\text{K}$ .

L'isotope  $^{39}\text{K}$  est plus abondant.

On utilise alors un spectrographe de masse constitué essentiellement de trois compartiments (figure 2).

Dans le premier compartiment, les atomes de potassium sont ionisés en cations ( $^{39}\text{K}^+$  et  $^x\text{K}^+$ ) ; dans le deuxième compartiment, les ions sont accélérés, leurs vitesses initiales étant négligeables et dans le troisième compartiment, les ions sont soumis à l'action d'un champ magnétique ; en fin de course, ils atteignent un écran luminescent.

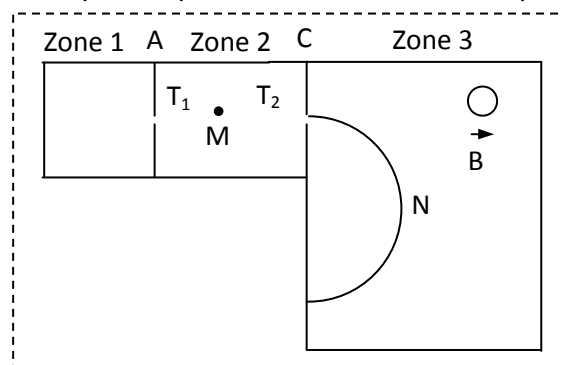


Figure 2

**Données :**

Le mouvement des particules a lieu dans le vide ; le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique.

La charge élémentaire est  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ; la tension  $U$  établie entre les plaques A et C a pour valeur  $U = V_A - V_C = 1,0 \cdot 10^3 \text{ V}$  ; l'intensité du champ magnétique régnant dans la zone 3 est  $B = 100 \text{ mT}$  ;

la masse d'un nucléon est  $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ; la masse de l'ion  $^{39}\text{K}^+$  est  $m_1 = 39 m_0$ ,

la masse de l'ion  $^x\text{K}^+$  est  $m_2 = x m_0$

**3.1** Entre les plaques A et C, les ions sont accélérés par un champ électrique uniforme. Leur vitesse au point  $T_1$  de la plaque A est supposée nulle..

**3.1.1** Reproduire la figure sur la feuille de copie et représenter la force électrique s'exerçant sur un ion potassium se trouvant en M. (0,25 point)

**3.1.2** Montrer que, arrivés au niveau de la plaque C, en  $T_2$ , tous les ions potassium ont la même énergie cinétique. (0,5 point)

**3.1.3** Montrer alors qu'en  $T_2$ , la vitesse de chaque ion  $^{39}\text{K}^+$  a pour expression :  $V_1 = \sqrt{\frac{2eU}{39m_0}}$ .

En déduire, sans démonstration, l'expression de la vitesse  $V_2$  des isotopes  $^x\text{K}^+$  en  $T_2$ . (0,5 point)

**3.2** A partir de  $T_2$ , les ions pénètrent dans la zone 3 avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C. Chaque type d'isotope effectue, dans le plan de la figure, un mouvement circulaire uniforme.

**3.2.1** En un point N de l'une des trajectoires, représenter sur la figure déjà reproduite, la vitesse d'un ion potassium et la force magnétique qui s'exerce sur cet ion. (0,25 point).

**3.2.2** Compléter la figure en représentant le sens du champ magnétique régnant dans la zone 3. (0,25 point)

**3.3** Montrer que le rayon de la trajectoire des ions  $^{39}\text{K}^+$  a pour expression  $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78 m_0 U}{e}}$

En déduire l'expression du rayon  $R_2$  de la trajectoire des isotopes  $^x\text{K}^+$ . (0,75 point)

**3.4** Déterminer, par calcul, la valeur du rayon  $R_1$  de la trajectoire des ions  $^{39}\text{K}^+$ . (0,25 point)

**3.5** Les deux types d'isotopes rencontrent l'écran luminescent en deux points d'impact  $I_1$  et  $I_2$  ; le point d'impact  $I_1$  étant plus lumineux.

**3.5.1** Préciser, en justifiant, le point d'impact de chaque type d'isotopes. (0,25 point)

**3.5.2** Montrer que le rapport des rayons des trajectoires des isotopes du potassium dans la

zone 3 est  $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$  (0,5 point)

**3.5.3** La distance entre les points d'impact est  $d = 2,5 \text{ cm}$ . Déterminer la valeur du nombre de masse  $x$  de l'isotope  $^x\text{K}^+$ . (0,5 point)

**EXERCICE 4 (04,5 points).**

Sous le contrôle de leur professeur, un groupe d'élèves se propose de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine et d'un condensateur démontés d'un poste récepteur radio.

Ces élèves associent, en série la bobine ( $L$ ,  $r$ ), le condensateur de capacité  $C$ , un conducteur ohmique de résistance  $R = 80 \Omega$  et un ampèremètre de résistance négligeable.

Aux bornes de cette association, ils branchent un générateur de basse fréquence (G B F) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U = 3 \text{ V}$  et de fréquence  $N$  variable.

**4-1** Représenter, par un schéma clair et annoté, le circuit électrique réalisé par ces élèves. **(0,5 point)**

**4-2** Ces élèves font varier la fréquence  $N$  de la tension et notent la valeur de l'intensité efficace  $I$  du courant traversant le circuit. Ils obtiennent le tableau suivant :

N(Hz)	800	820	840	850	860	863	870	880	890	900	920	940	1000
I(mA)	7,1	10,1	16,8	23,1	29,4	30,0	27,5	20,7	15,4	12,1	8,3	6,3	3,7

**4-2-1** Tracer la courbe représentant les variations de l'intensité efficace en fonction de la fréquence :  $I = f(N)$ . Echelle : 1cm  $\rightarrow$  100 Hz ; 1 cm  $\rightarrow$  2,0 mA. **(0,5 point)**

**4-2-2** Déterminer, graphiquement, la valeur  $N_0$  de la fréquence de la tension pour laquelle l'intensité efficace du courant atteint sa valeur maximale  $I_0$  que l'on précisera, **(0,5 point)**.

**4-2-3** Dédire, de l'expression de l'intensité efficace maximale  $I_0$ , la valeur de la résistance  $r$  de la bobine. **(0,5 point)**.

**4-3** La bande passante du circuit est délimitée par les fréquences, notées  $N_1$  et  $N_2$ , de la tension délivrée par le G B F et correspondant aux intensités efficaces  $I_1$  et  $I_2$  du courant telles que  $I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ .

**4-3-1** Déterminer, graphiquement, la largeur de la bande passante de ce circuit. **(0,5 point)**

**4-3-2** En déduire l'inductance  $L$  de la bobine. **(0,5 point)**

**4-3-3** Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. **(0,5 point)**

**4-4** Pour vérifier que le mode de fonctionnement du circuit correspond à l'intensité efficace maximale du courant, les élèves branchent aux bornes du conducteur ohmique d'une part, aux bornes du GBF d'autre part, un oscillographe bicourbe. Ils observent effectivement, sur l'écran de l'oscillographe, deux courbes disposées comme prévues.

**4-4-1** Représenter le schéma du circuit en indiquant les branchements de l'oscillographe. **(0,5 point)**

**4-4-2** Représenter, qualitativement, les courbes observées sur l'écran de l'oscillographe. **(0,5 point)**

### EXERCICE 5 (03,5 points).

Un dispositif d'interférence est constitué d'une source lumineuse ponctuelle  $S$  éclairant deux fentes minces parallèles  $F_1$  et  $F_2$  et un écran d'observation  $E$ .

La distance entre les fentes est notée  $a$  ; des fentes à l'écran d'observation la distance est  $D = 1,0$  m.

La source  $S$  est à égale distance des fentes  $F_1$  et  $F_2$  ; elle émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 589$  nm (figure 3).

**5-1** Représenter, sur un schéma, les faisceaux lumineux issus de la source  $S$  et des fentes  $F_1$  et  $F_2$  et indiquer clairement sur ce schéma la zone d'interférence. **(0,5 point)**

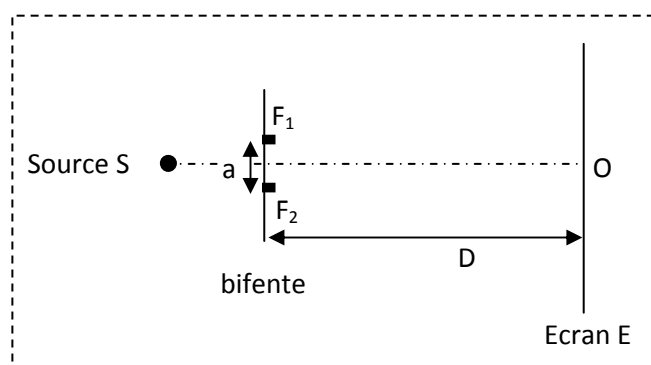


Figure 3

**5-2** Représenter puis expliquer, sommairement, ce que l'on observe sur l'écran, au voisinage de  $O$ , point de l'écran situé sur la médiane de  $F_1F_2$ . **(0,75 point)**

**5-3** Sur l'écran d'observation, 20 interférences consécutives couvrent une bande de largeur  $L = 4,21$  mm.

**5-3-1** Rappeler l'expression de l'interfrange en fonction de la distance  $a$  entre les fentes, de la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière et de la distance  $D$  entre les fentes et l'écran d'observation : **(0,25 point)**

**5-3-2** Calculer la distance  $a$  entre les fentes. **(0,75 point)**

**5-4** La source  $S$  est remplacée par une source  $S'$  émettant deux radiations lumineuses monochromatiques de longueur d'onde respective  $\lambda_1 = 610$  nm et  $\lambda_2$  inconnue. On observe, sur l'écran, la superposition des systèmes d'interférences correspondant aux deux radiations.

**5-4-1** Rappeler l'expression de la position, sur l'écran et par rapport au point  $O$ , d'une frange brillante. **(0,25 point)**.

**5-4-2** Montrer que les franges centrales des systèmes d'interférence coïncident. **(0,25 point)**.

**5-4-3** La frange brillante d'ordre 10 du système d'interférence correspondant à  $\lambda_1 = 610$  nm coïncide avec la frange brillante d'ordre 11 du système d'interférence correspondant à  $\lambda_2$ .

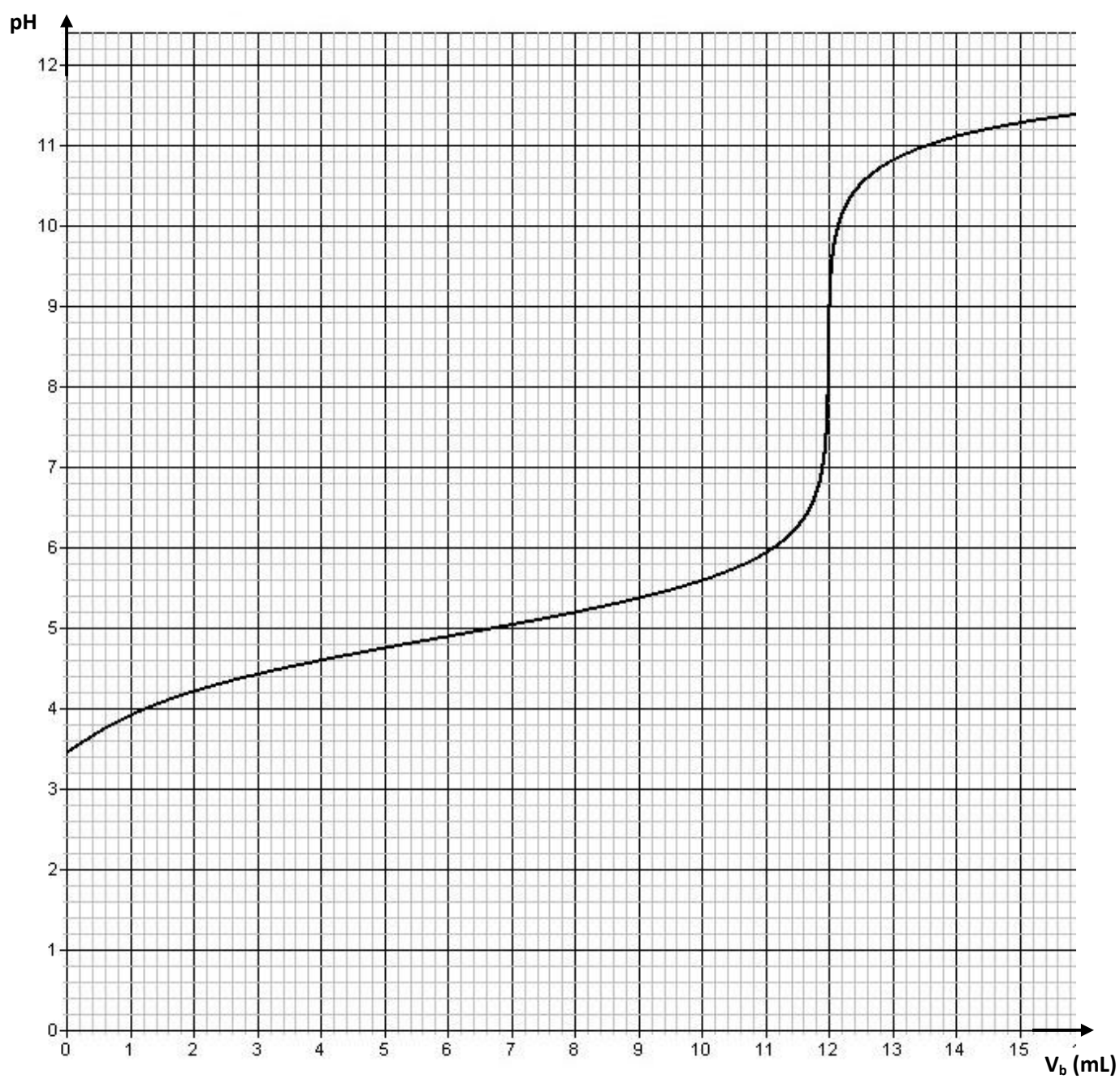
Calculer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_2$ .

L'ordre d'interférence de la frange centrale est 0.

**(0,75 point)**

.../... 4

Figure 1





## Corrigé

### Exercice 1

#### 1.1.1. Concentration $c_a$

A l'équivalence, on a :  $c_a v_a = c_b v_b \rightarrow c_a = \frac{c_b v_b}{v_a}$

A.N :  $c_a = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

#### 1.1.2. Masse molaire de l'alcool

$$c_a = \frac{n}{v} = \frac{\frac{m}{M}}{v} \rightarrow M = \frac{m}{v c_a}$$

A.N :  $M = 88 \text{ g.mol}^{-1}$

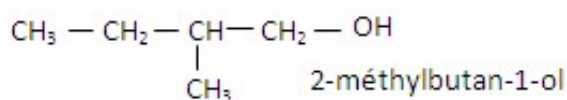
Formule de l'alcool amylique  $C_n H_{2n+2} O$

$$M = 88 \rightarrow 14n + 18 = 88 \rightarrow n = 5 \rightarrow C_5 H_{12} O$$

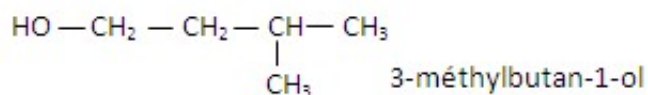
#### 1.1.3.

a) Atome de carbone asymétrique = atome de carbone lié à quatre groupes d'atomes différents.

b) Formule semi-développée de A



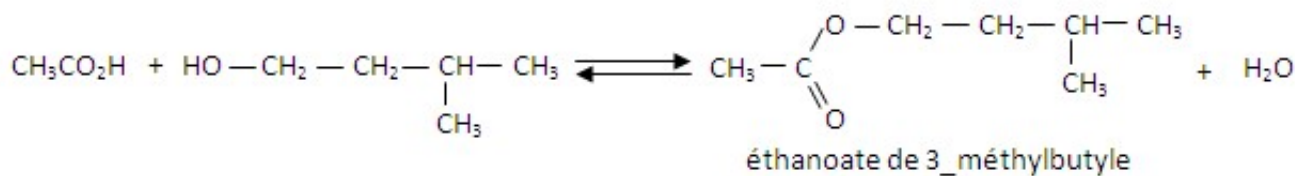
1.1.4. Formule semi-développée de B



#### 1.2.

1.2.1. Acide sulfurique = catalyseur

### 1.2.2. Equation-bilan de la réaction de B avec l'acide éthanoïque



### 1.2.3. Proportions du mélange initial

$$\text{acide : } n_a = \frac{16}{60} = 0,27 \text{ mol}$$

$$\text{isomère B : } n_B = \frac{8}{88} = 0,09 \text{ mol}$$

donc le mélange initial n'était pas stoechiométrique.

$n_B < n_a$  : L'isomère B est le réactif limitant.

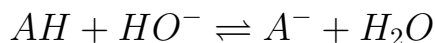
$$1.2.4. \text{Rendement } r = \frac{n_e}{n_B} = \frac{m_e}{M_e n_B} = 0,55$$

Exercice 2 :

### 2.1. Coordonnées du point équivalent.

On applique la méthode des tangentes. On trouve : point équivalent E ( $V_{BE}=12 \text{ mL}$  ;  $\text{pH}_E = 8,5$ )

### 2.2. Equation du dosage



### 2.3. Concentration molaire volumique de $S_A$

$$\text{A l'équivalence, on a } c_a v_a = c_b v_{BE} \rightarrow c_a = \frac{c_b v_{BE}}{v_a}$$

$$\text{A.N : } c_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

### 2.4 :

#### 2.4.1. A la demi-équivalence on a $\text{pH} = \text{pKa}$

$$\text{Justification : } \text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$$

Or à la demi-équivalence, on a :  $[\text{A}^-] = [\text{AH}]$  car la moitié de la quantité de matière d'acide AH s'est transformée en base  $\text{A}^- \rightarrow \text{pH} = \text{pKa}$

Valeur du pKa trouvée par l'élève.

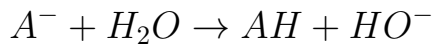
Le point de demi-équivalence D est le point d'abscisse  $\frac{V_{BE}}{2}$  soit D ( $V_D = 6 \text{ mL}$ )

Le pKa correspond à l'ordonnée du point D ; graphiquement, on trouve

$$pK_a = pH_D = 4,9$$

2.4.2.

a) Réaction entre  $A^-$  et  $H_2O$ .



b) Expression de  $K_A$

$$K_A = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]}$$

Or  $[AH] = [HO^-]$  d'après l'équation précédente

Par ailleurs, la conservation de la matière s'écrit :

$$n_{AH}^i = n_{AH} + n_{A^-}$$

$$[AH]^i = [AH] + [A^-]$$

$$[AH] \text{ négligeable devant } [A^-] \rightarrow [A^-] = [AH]^i = \frac{c_a v_a}{v_a + v_{BE}}$$

$$\text{d'où } K_A = \frac{[H_3O^+]c_a v_a}{[HO^-](v_a + v_{BE})} = \frac{[H_3O^+]^2 c_a v_a}{K_e(v_a + v_{BE})} \rightarrow K_A = \frac{[H_3O^+]^2 c_a v_a}{K_e(v_a + v_{BE})}$$

Valeur du pKa

$$K_A = \frac{[H_3O^+]^2 c_a v_a}{K_e(v_a + v_{BE})} \rightarrow [H_3O^+]^2 = K_A K_e \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a}$$

$$2\log[H_3O^+] = \log K_A + \log K_e + \log \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a}$$

$$2pH_E = pK_A - \log K_e - \log \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a}$$

$$pK_A = -pK_e + 2pH_E + \log \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a} \rightarrow pK_A \approx 4,9$$

Comparaison : aux erreurs près, les 2 méthodes donnent le même résultat.

Commentaire : la méthode graphique utilisant la demi-équivalence présente l'avantage d'être plus simple.

Exercice 3 :

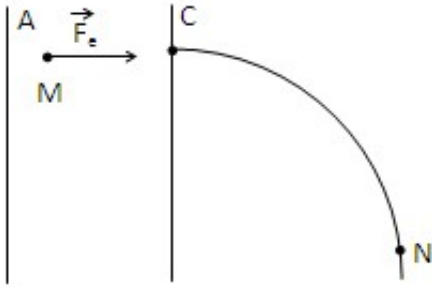
3.1.1. Force électrique sur un ion.

$$U > 0 \rightarrow U_A > U_C \rightarrow \vec{E} \text{ orienté de A vers C}$$

$$\vec{F}_e = q\vec{E} \rightarrow \text{caractéristiques de } \vec{F}_e \text{ (direction : celle de } \vec{E} \text{ et perpendiculaire à A, sens :}$$

celui de  $\vec{E}$  car  $q > 0$ ; intensité  $F = q|E|$ )

d'où le schéma



3.1.2. Théorème de l'énergie cinétique entre  $T_1$  et  $T_2$  :

$$\Delta E_c = W_{\vec{F}_e} \rightarrow E_{cT2} - E_{cT1} = q(V_A - V_C) = qU$$

$$\rightarrow E_{cT2} = qU \text{ quelque soit le type d'ion}$$

3.1.3. Vitesse de l'ion  $^{39}K^+$

$$E_{cT2} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 = qU = eU \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m_1}} = \sqrt{\frac{2eU}{39m_0}}$$

$$\rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{Xm_0}}$$

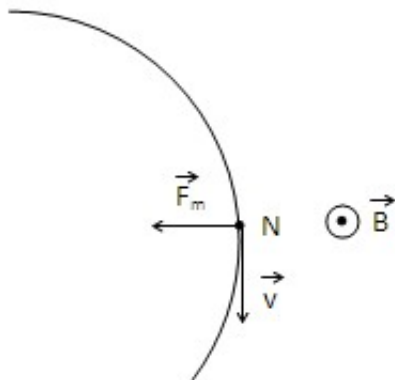
3.2.

3.2.1. Représentation de la vitesse de la force magnétique au point N.

$\vec{v}_N$  est tangente à la trajectoire en N et a le sens du mouvement.

La force magnétique :  $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B} \rightarrow$  le trièdre  $(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}_m)$  est direct  $\rightarrow$  la force  $\vec{F}_m$  est perpendiculaire à  $\vec{v}$  et  $\vec{B}$ ; elle est centripète car le mouvement est circulaire et uniforme.

D'où le schéma :



3.2.2. Le sens du champ magnétique  $\vec{B}$

Le trièdre  $(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}_m)$  étant direct, on en déduit le sens de  $\vec{B}$  par application de la règle de la main droite ou toute autre règle équivalente. Le vecteur  $\vec{B}$  est sortant (voir figure).

3.3. Rayon de la trajectoire des ions  $^{39}K^+$

- Référentiel terrestre supposé galiléen.

- système ion  $^{39}\text{K}^+$

- Bilan des forces : force magnétique  $\vec{F}_m = q\vec{v}\vec{B}$

Mouvement circulaire uniforme  $\rightarrow F_m = ma_n = \frac{mv_1^2}{R_1} = qv_1B$

$$\rightarrow R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78m_0U}{e}}$$

En tenant compte de l'expression de  $V_1$  établie en 3.1.3 on a

$$R_2 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2xm_0U}{e}}$$

3.4. Valeur de  $R_1$  :  $R_1 = 28,5 \text{ cm}$

3.5.

3.5.1. Les points d'impact

Le point  $I_1$  étant plus lumineux, il correspond à l'isotope le plus abondant  $I_1 \rightarrow ^{39}\text{K}^+$   
et  $I_2$  correspond à  $^x\text{K}^+$

3.5.2. Rapport  $\frac{R_1}{R_2}$

Les relations établies en 3.3.  $\rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$

3.5.3. Valeur du nombre de masse  $x$

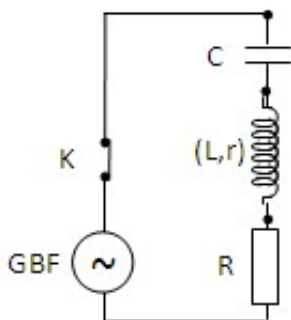
Distance entre les deux points d'impact :  $d = 2|R_1 - R_2|$

$$\rightarrow d = 2R_1 \left( \sqrt{\frac{x}{39}} - 1 \right) \rightarrow x = 39 \left( \frac{d}{2R_1} + 1 \right)^2$$

A.N.  $x = 42 \rightarrow \text{ion } ^{42}\text{K}^+$

Exercice 4 :

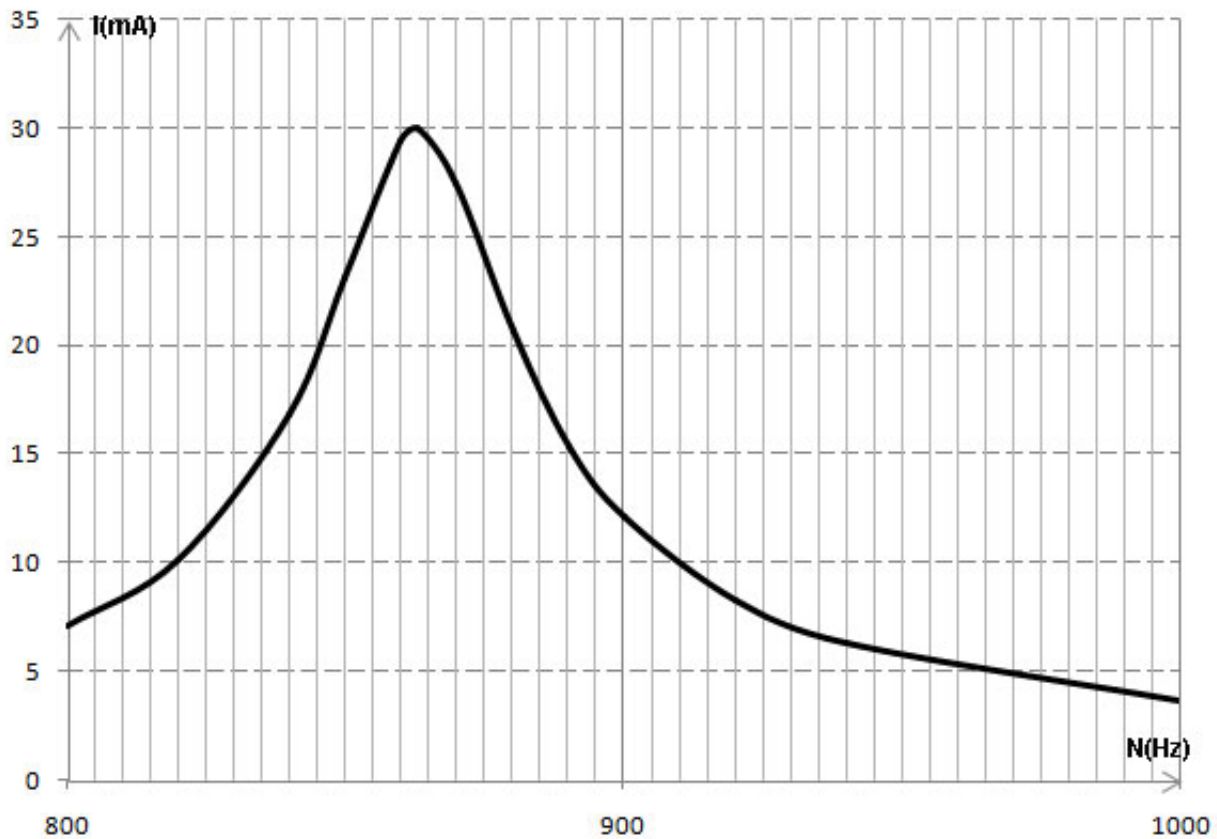
4.1. Le schéma du circuit électrique



4.2.



#### 4.2.1. Courbe $I = f(N)$ voir ci jointe



#### 4.2.2. Valeur de $N_0$

Graphiquement, on trouve  $N_0 = 863 \text{ Hz}$  et  $I_0 = 30 \text{ mA}$

#### 4.2.3. Résistance de la bobine

$$I_0 = \frac{E}{R + r} \rightarrow r = \frac{E}{I_0} - R$$

A.N.  $r = 20 \Omega$

#### 4.3.

4.3.1. Largeur de la bande passante :  $\Delta N = N_2 - N_1 = 885 - 850 = 35 \text{ Hz}$

4.3.2. Inductance  $L$  de la bobine

$$\Delta N = \frac{R + r}{2\pi L} \rightarrow L = \frac{R + r}{2\pi \Delta N}$$

A.N.  $L = 0,45 \text{ H}$

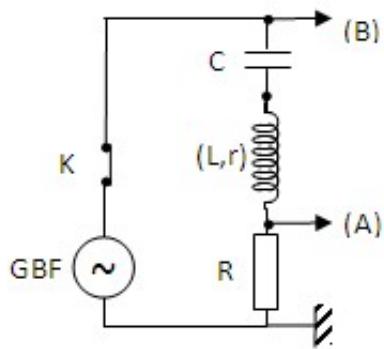
4.3.3. Valeur de la capacité

$$\text{A la résonance : } LC4\pi^2 N_0^2 = 1 \rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$$

A.N :  $C = 74 \mu\text{F}$

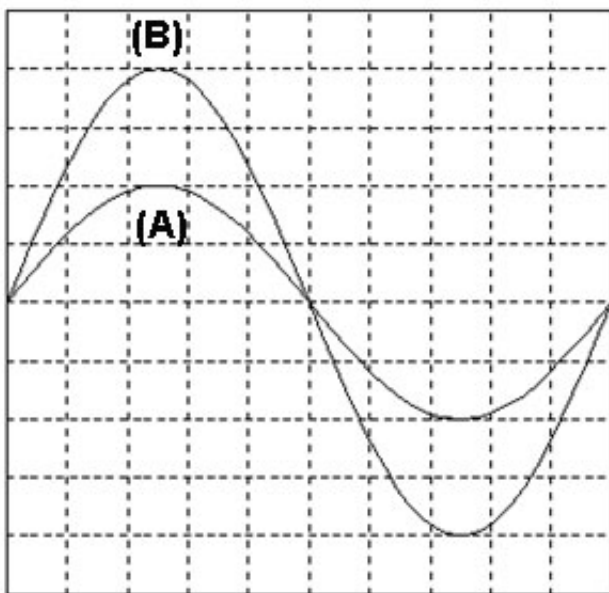
#### 4.4.

#### 4.4.1. Schéma du circuit avec le branchement de l'oscillographe



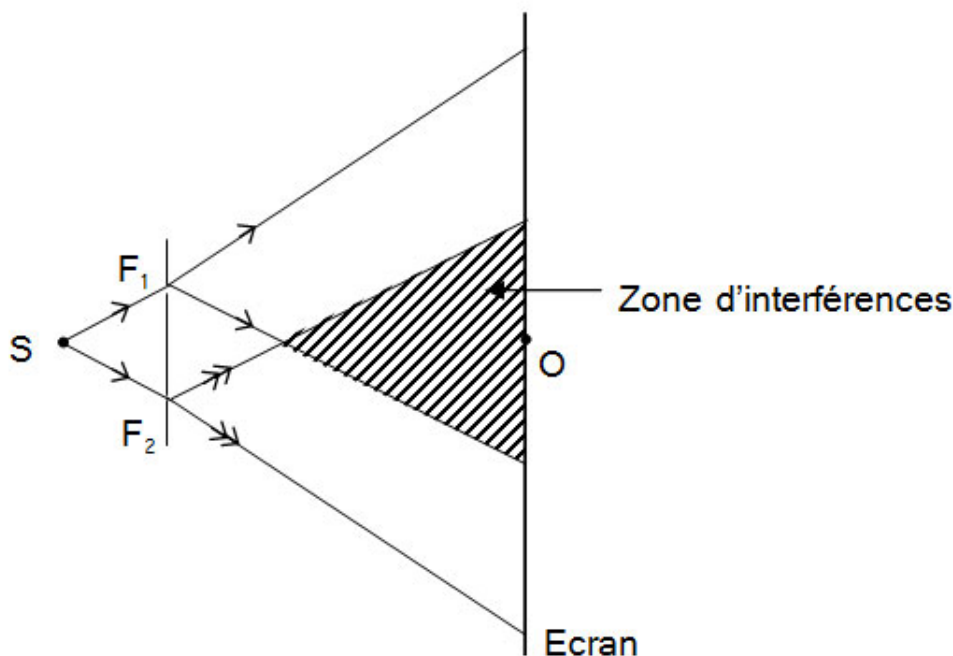
#### 4.4.2. Allure des courbes observées sur l'écran.

Résonance d'intensité  $\rightarrow i(t)$  et  $u_G(t)$  sont en phase  $\rightarrow u_R(t)$  et  $u_G(t)$  sont en phase  $\rightarrow$   
d'où les oscillogrammes.



#### Exercice 5 :

##### 5.1. Schéma



Le faisceau issu de S est diffracté par  $F_1$  et  $F_2$

## 5.2. Observations sur l'écran

On observe une alternance de franges brillantes et de franges obscures due à des interférences lumineuses résultant de la superposition des ondes lumineuses issues des sources synchrones et cohérentes  $F_1$  et  $F_2$ .

Par interférence constructive on obtient des franges brillantes, par interférence destructive les franges obscures.

## 5.3.

5.3.1. Expression de l'interfrange  $i = \frac{\lambda D}{a}$

5.3.2. distance a

$$L = 20i = \frac{20\lambda D}{a} \rightarrow a = \frac{20\lambda D}{L}$$

A.N.  $a = 2,8 \text{ mm}$

## 5.4.

5.4.1. Position d'une frange brillante par rapport à O sur l'écran  $x_k = \frac{k\lambda D}{a}$  avec  $k \in \mathbb{N}$

5.4.2. Franges centrales données par  $k = 0 \rightarrow x_k = 0$  quelque soit  $\lambda \rightarrow$  les franges centrales coïncident.

5.4.3. Longueur d'onde  $\lambda_2$

Au point où les franges brillantes coïncident, on a :

$$x = 10 i_1 = 11 i_2 \rightarrow 10 \frac{\lambda_1 D}{a} = 11 \frac{\lambda_2 D}{a}$$

$$\lambda_2 = \frac{10\lambda_1}{11}$$

$$\text{A.N. } \lambda_2 = 554,54 \text{ nm.}$$

**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**Données** : masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M_C = 12$  ;  $M_H = 1$  ;  $M_O = 16$  ;  $M_{Na} = 23$  ;  $M_N = 14$

**EXERCICE 1****(04 points)**

Un professeur de lycée cherche à faire identifier un acide carboxylique par un groupe d'élèves de son établissement. Pour cela il fait dissoudre 7,43 g de l'acide, noté AH, dans 1 L d'eau pure. De la solution ainsi préparée, les élèves prélèvent un volume  $V = 20 \text{ mL}$ , qu'ils dosent avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . En notant  $V_b$  le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé dans la solution d'acide, ils obtiennent le tableau de mesures suivant, dans les conditions standard :

$V_b \text{ (mL)}$	0	1	2	3	6	10	12	15	17	19
pH	3,0	3,7	4,0	4,2	4,5	4,9	5,1	5,3	5,6	6,2

$V_b \text{ (mL)}$	19,5	20	20,5	21	23	25	27	30
pH	6,5	8,7	11,0	11,3	11,8	12,0	12,1	12,2

**1.1** Faire le schéma annoté du dispositif expérimental permettant de réaliser le dosage de la solution d'acide. **(0,75 pt)**

**1.2** Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide AH et la solution d'hydroxyde de sodium. **(0,25 pt)**

**1.3** Tracez la courbe  $\text{pH} = f(V_b)$  (à rendre avec la feuille de copie).

Echelles : en abscisses 1cm pour 2 mL ; en ordonnées 1cm pour 1 unité de pH. **(0,75 pt)**

**1.4** Déterminer la concentration de la solution de l'acide carboxylique AH et le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{AH}/\text{A}^-$ . **(0,5 pt)**

**1.5** En déduire la masse molaire et la formule brute de l'acide AH **(01 pt)**

**1.6** Le professeur donne aux élèves un extrait d'une liste d'acides avec les  $\text{pK}_a$  des couples correspondants.

Noms	$\text{pK}_a$ du couple
Acide chloroéthanique	2,87
Acide benzoïque	4,20
Acide propanoïque	4,90
Acide méthanoïque	3,80

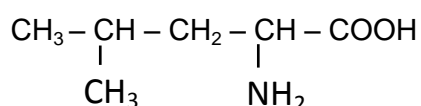
Identifier l'acide AH à partir des informations du tableau. Ce résultat est-il en accord avec la formule brute trouvée à la question 1.5 ? **(0,75 pt)**

**EXERCICE 2****(04 points)**

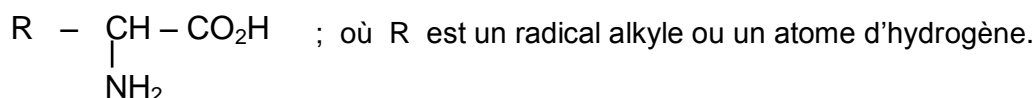
*Les protéines sont les macromolécules communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides  $\alpha$ -aminés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction enzymatique c'est-à-dire catalytique dans l'évolution de certaines synthèses biologiques.*

Dans ce qui suit, on étudie un exemple de réaction de condensation d'acides  $\alpha$ -aminés et la cinétique de la réaction d'hydrolyse de protéines catalysée par des enzymes.

**2.1** La leucine est un acide  $\alpha$ -aminé de formule semi-développée :



- 2.1.1** Donner, en nomenclature systématique, le nom de la leucine. (0,25 pt)  
**2.1.2** Cette molécule de la leucine est-elle chirale ? (Justifier la réponse). (0,25 pt)  
**2.1.3** Donner les représentations de Fischer des deux énantiomères de la leucine. (0,25 pt)  
**2.1.4** Ecrire la formule semi-développée de l'amphion correspondant à la molécule de la leucine. (0,25 pt)  
**2.2** On fait réagir la leucine avec un acide  $\alpha$ -aminé A de formule :



Dans cette réaction la leucine est N-terminale (son groupement amine est bloqué). On obtient un dipeptide P dont la masse molaire est égale à  $188 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**2.2.1** Ecrire, à l'aide des formules semi-développées ci-dessus, l'équation-bilan de la réaction de condensation qui se produit. (0,75 pt)

**2.2.2** Déterminer R puis la formule semi-développée et le nom, en nomenclature officielle, de l'acide  $\alpha$ -aminé A. (01 pt)

**2.3** La réaction inverse de la réaction de condensation est appelée hydrolyse. Dans les organismes vivants, les polypeptides des protéines provenant de l'alimentation sont hydrolysés en présence de catalyseurs : les enzymes. On suit la concentration molaire C d'une protéine dont l'hydrolyse commence à la date  $t = 0$ . La courbe jointe en annexe (page 4) représente les variations de la concentration C en fonction du temps t.

**2.3.1** A quel instant la vitesse instantanée de disparition de la protéine est-elle maximale ? (0,25 pt)

**2.3.2** Déterminer graphiquement la vitesse instantanée aux dates  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 20 \text{ s}$ . (0,75 pt)

**2.3.3** Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . (0,25 pt)

NB : il n'est pas exigé de rendre la courbe avec la feuille de copie ; on explicitera simplement la méthode utilisée pour répondre à chaque question.

### **EXERCICE 3 (03,5 points)**

**Données** : Constante de gravitation  $G = 6,6710^{-11} \text{ S.I.}$ , masse de la Terre  $M = 6.10^{24} \text{ kg}$ ,  
Rayon de la terre  $R = 6400 \text{ km}$ , distance Terre-Soleil  $d = 1,5.10^8 \text{ km}$ .

**3.1** Deux corps ponctuels A et B, de masses respectives m et m', séparés par une distance d, s'attirent selon la loi de la gravitation universelle.

Rappeler l'expression de l'intensité des forces d'interaction gravitationnelle, s'exerçant entre les corps A et B. (0,25 pt)

**3.2** Dans l'espace, le soleil, la Terre et autres astres, peuvent être considérés comme des corps ponctuels. Le Soleil exerce sur la Terre une force de gravitation d'intensité  $F = 3,5.10^{22} \text{ N}$ .

Déterminer la valeur de la masse du Soleil. (0,5 pt)

**3.3** Dans le champ de gravitation, un satellite de la Terre, en mouvement dans le plan de l'équateur, y effectue un mouvement circulaire uniforme à l'altitude  $h_1 = 400 \text{ km}$ .

**3.3.1** Préciser le référentiel d'étude du mouvement de ce satellite. (0,25 pt)

**3.3.2** Exprimer la vitesse linéaire V de ce satellite, puis calculer sa valeur. (0,5 pt)

**3.3.3** Etablir les expressions littérales de la période T et de la vitesse angulaire  $\omega$  du satellite dans ce même repère. Faire l'application numérique. (01 pt)

**3.4** Entre autres conditions, un satellite de la Terre est géostationnaire si la période de son mouvement vaut 86.400 s. Justifier cette valeur de la période. (0,25 pt)

**3.5** Exprimer puis calculer l'altitude h d'un satellite géostationnaire. (0,75pt)

### **EXERCICE 4 (05 points)**

*La bobine et le condensateur sont deux composants électriques courants, utilisés dans les circuits les plus divers : microprocesseurs d'ordinateurs, horloges électroniques, émetteurs et récepteurs radios et télé, amplificateurs, etc.*

L'objectif visé dans cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine.

**4.1** Un condensateur de capacité  $C = 1 \text{ } \mu\text{F}$ , initialement déchargé est placé en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 10 \text{ k}\Omega$ , un interrupteur K et un générateur G de résistance négligeable qui maintient entre ses bornes une tension constante  $U_0 = 5 \text{ V}$ .

Le circuit est schématisé ci-contre (figure 1).

L'interrupteur K est fermé à la date  $t = 0$ .

Le sens d'orientation choisi est indiqué sur le schéma et  $q$  désigne la charge de l'armature liée à A.

Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_{AB}(t)$  au cours de cette étape de charge du condensateur. (0,5 pt)

**4.2** Vérifier que  $u_{AB}(t) = U_0 (1 - e^{-t/\tau})$  est solution de l'équation différentielle précédemment établie, relation où  $\tau$  est une constante que l'on exprimera en fonction de  $R$  et  $C$ . Calculer  $\tau$ . (01 pt)

**4.3** Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de  $u_{AB}(t)$  et de déterminer la valeur de  $\tau$ , on relève la valeur de  $u_{AB}$  à différentes dates  $t$ . Ce qui a permis de tracer la courbe  $u_{AB} = f(t)$  jointe en annexe (page 4).

**4.3.1** L'allure du graphe obtenu est-il en accord avec l'expression de  $u_{AB}(t)$  donnée en 4.2 ? (0,5 pt)

**4.3.2** En utilisant la courbe, déterminer la valeur de  $\tau$  (il n'est pas exigé de rendre la courbe avec la feuille de copie ; on pourra simplement expliciter la méthode utilisée pour déterminer  $\tau$ ).

Comparer le résultat à la valeur théorique trouvée en 4.2 et conclure. (0,75 pt)

**4.4** Exprimer l'intensité instantanée du courant électrique  $i(t)$  en fonction de  $\frac{du_{AB}}{dt}$ , dérivée première de

$u_{AB}(t)$  en fonction du temps. En déduire l'expression de  $i(t)$  en fonction de  $U_0$ ,  $R$ ,  $C$  et  $t$ .

Représenter l'allure de la courbe  $i(t) = f(t)$ . (01 pt)

**4.5** A la date  $t = 0$ , le condensateur précédent, chargé sous la tension  $U_0 = 5V$ , est déchargé à travers une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable (figure 2).

**4.5.1** Etablir l'équation différentielle traduisant les variations de la charge  $q(t)$  du condensateur. (0,5 pt)

**4.5.2** En déduire alors l'expression littérale puis numérique de la charge du condensateur en fonction du temps.

Calculer la période des oscillations électriques du circuit.

On prendra  $L = 10 \text{ mH}$

(0,75 pt)

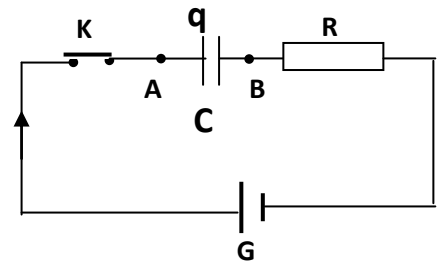


Figure 1

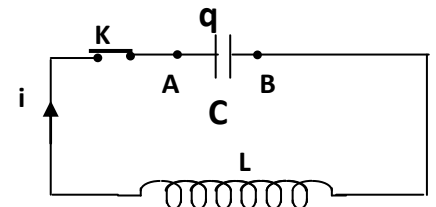


Figure 2

### EXERCICE 5 (03,5 points)

En 1859, en collaboration avec R Brunsen, G Kirchhoff publie trois lois relatives à l'émission et à l'absorption de lumière par les gaz, les liquides et les solides. Pour le cas de l'hydrogène, cette émission (ou absorption) de lumière correspondant à des transitions électroniques entre

niveaux d'énergie, l'énergie d'un niveau étant donnée par la relation :  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$  avec  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ , et

$n$  est le nombre quantique principal.

**5.1** Préciser, pour l'atome d'hydrogène, le niveau de plus basse énergie correspondant à l'état fondamental. (0,5 pt)

**5.2** L'atome d'hydrogène peut passer d'un état excité de niveau  $p$  à un autre de niveau  $n < p$  en émettant des radiations. Exprimer, en fonction de  $E_0$ ,  $h$ ,  $n$  et  $p$ , la fréquence  $\nu$  des radiations émises par l'atome d'hydrogène lors de cette transition. (0,75 pt)

**5.3** Dans certaines nébuleuses, l'hydrogène émet des radiations de fréquences  $\nu = 4,57 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .

Ces radiations correspondent à une transition entre un niveau excité d'ordre  $p$  et le niveau d'ordre  $n = 2$ . Déterminer la valeur de  $p$  correspondant au niveau excité. (0,5 pt)

**5.4** Une série de raies correspond à l'ensemble des radiations émises lorsque l'atome passe des différents niveaux excités  $p$  au même niveau  $n$ . Pour l'hydrogène, on a, entre autres, les séries de raies de Lyman ( $n = 1$ ), de Balmer ( $n = 2$ ) et de Paschen ( $n = 3$ ),

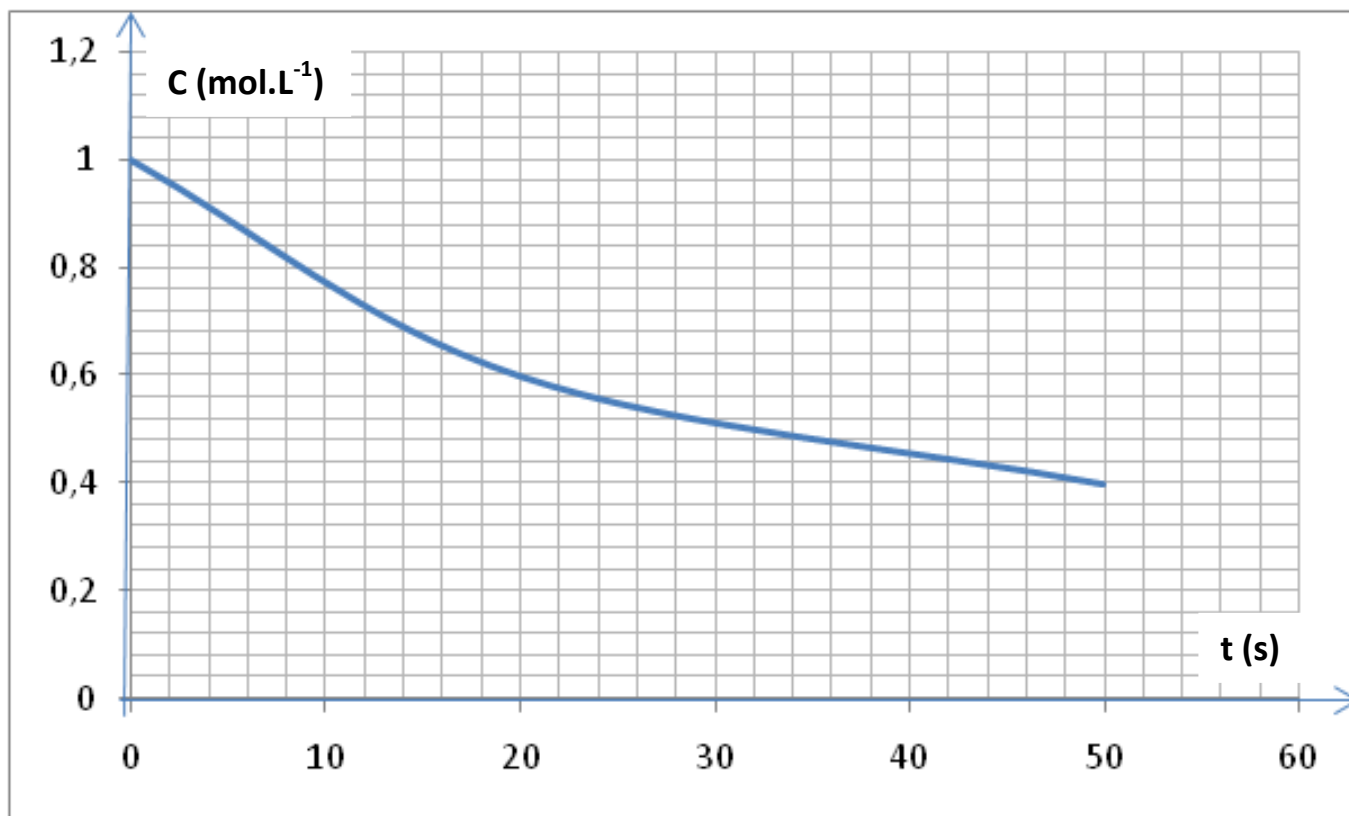
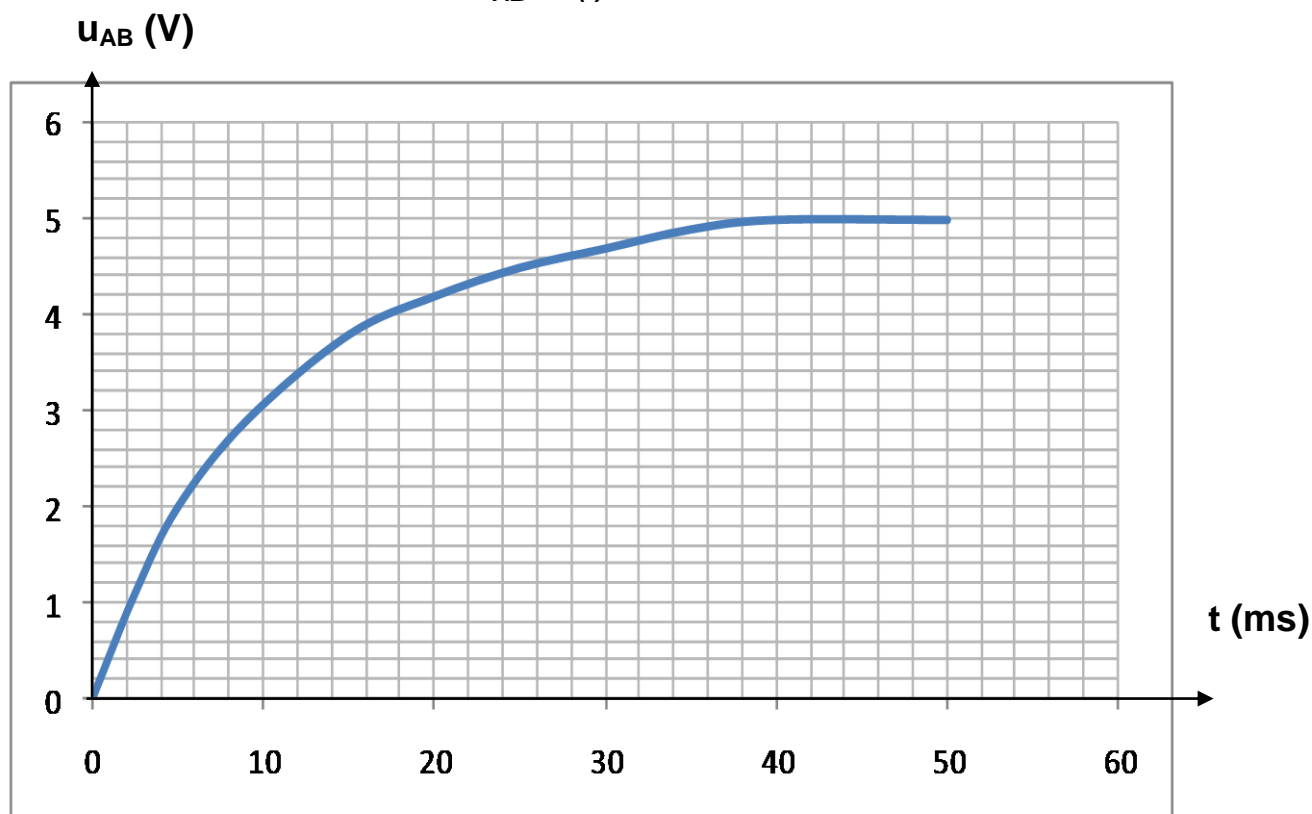
**5.4.1** Dans une série de raies, la raie ayant la plus grande fréquence dans le vide, est appelée raie limite, et sa fréquence est appelée fréquence limite.

Montrer que pour l'atome d'hydrogène, la fréquence limite d'une série de raies est donnée par :

$$\nu_{\text{lim}} = \frac{E_0}{h n^2} \quad (01 \text{ pt})$$

**5.4.2** Calculer la fréquence limite pour chacune des séries de Lyman, de Balmer et de Paschen (0,75 pt)

On donne : Constante de Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ; célérité de la lumière dans le vide  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Courbe  $C = f(t)$  de l'exercice 2Courbe  $U_{AB} = f(t)$  de l'exercice 4





## CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE

## Exercice 1 :(3 points)

1.1 :

1.1.1 : (0,5 pt)

$$\%O : 100 - (40,45 + 7,87 + 15,72) = 35,96$$

Il s'agit ici de retrouver les pourcentages donnés à partir de la formule brute proposée.

De la formule brute, on tire :

$$\% C = \frac{100m_C}{M} = \frac{100 \times 36}{89} = 40,45$$

$$\% H = \frac{100m_H}{M} = \frac{100 \times 7}{89} = 7,87$$

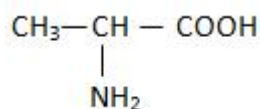
$$\% N = \frac{100m_N}{M} = \frac{100 \times 14}{89} = 15,73$$

$$\% O = \frac{100m_O}{M} = \frac{100 \times 32}{89} = 35,96$$

On retrouve les données donc la formule de A est bien  $C_3H_7NO_2$

1.1.2 : (0,5 pt)

Formule semi-développée du composé A :

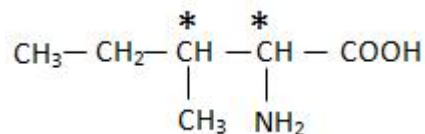


nom : acide 2-amino propanoïque

1.2 :

1.2.1 : (0,5 pt)

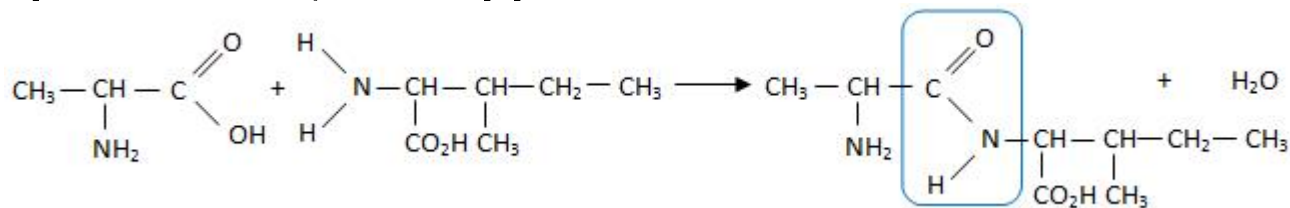
Formule semi-développée de B :



nom : acide 2-amino 3-méthyl pentanoïque

1.2.2 : (0,5 pt)

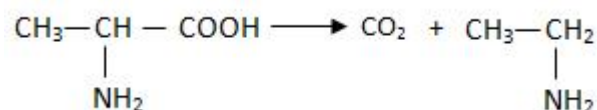
Equation traduisant la synthèse du dipeptide :



1.3 :

1.3.1 : (0,5 pt)

Equation - bilan de la réaction de décarboxylation de A :



nom du produit E : éthanamine

1.3.2 : (0,5 pt)

$$\text{pH} = 12 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } [\text{HO}^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+] \approx [\text{HO}^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2] = C - [\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+] = 0,15 - 10^{-2} = 0,14 \text{ mol.L}^{-1}$$

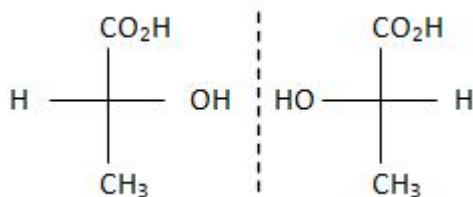
$$\text{pK}_A = \text{pH} - \log \frac{[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2]}{[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+]} = 12 - \log \frac{0,14}{10^{-2}} = 10,85$$

**Exercice 2 :(3 points)**

2.1 : (0,75 pt)

La molécule d'acide lactique est chirale car elle contient un atome de carbone asymétrique.

Représentation des énantiomères :



2.2 : (0,75 pt)

$$\text{Volume à prélever de la solution } S_0 : C_0 V_0 = CV \rightarrow V_0 = \frac{CV}{C_0} = \frac{0,05 \times 100}{0,5} = 10 \text{ mL}$$

On prélève 10 mL de la solution  $S_0$  à l'aide d'une pipette graduée que l'on introduit dans une fiole jaugée de 100 mL puis on complète par de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2.3 :

2.3.1 : (0,75 pt)

Les coordonnées du point équivalent E ( $V_E = 12 \text{ mL}$ ,  $\text{pH}_E = 8$ )

On utilise la méthode des tangentes.

### 2.3.2 : (0,75 pt)

La concentration de l'acide lactique dans le lait étudié :

$$C_a V_a = C V_E \longrightarrow C_a = \frac{C V_E}{V_a} = \frac{0,05 \times 12}{20} = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

La masse d'acide lactique par litre de lait :

$$m = nM = C_a V_M = 3.10^{-2} \times 1 \times 90 = 2,7 \text{ g}$$

Le lait n'est pas caillé car  $2,7 \text{ g.L}^{-1} < 5 \text{ g.L}^{-1}$

### **Exercice 3 :(4,5 points)**

#### 3.1 : (0,5 pt)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{50.10^{-2}}{9,8}} = 1,42s$$

La longueur du fil pour que le pendule "batte la seconde"

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \longrightarrow \ell = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times 9,8}{4\pi^2} \approx 1m$$

#### 3.2 :

##### 3.2.1 : (0,5 pt)

Système matériel : la bille

Bilan des forces : le poids  $\vec{P}$  et la tension du fil  $\vec{T}$

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique sur le système entre  $M_0$  et  $M$ .

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W_{\vec{P}} + W_{\vec{T}} \quad (1)$$

avec  $W_{\vec{T}} = 0$  car  $\vec{T}$  est perpendiculaire au déplacement et

$$W_{\vec{P}} = mgh = mg\ell(\sin\theta - \sin\theta_0)$$

$$(1) \longrightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2g\ell(\sin\theta - \sin\theta_0)}$$

##### 3.2.2 : (0,75 pt)

Système matériel : la bille

Reférentiel : Terrestre

Bilan des forces : le poids  $\vec{P}$  et la tension du fil  $\vec{T}$

Théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} + \vec{T} = m \vec{a} \quad (2)$

Repère de Frenet

Projection de (2) sur l'axe normal donne  $T - P\sin\theta = ma_n \longrightarrow T = P\sin\theta + ma_n$

$$\text{soit } T = mg\sin\theta + m\frac{v^2}{\ell} = mg\sin\theta + \frac{m}{\ell}(v_0^2 + 2g\ell(\sin\theta - \sin\theta_0))$$

$$\text{d'où } T = \frac{mv_0^2}{\ell} + mg(3\sin\theta - 2\sin\theta_0)$$

##### 3.2.3 : (0,5 pt)

Pour effectuer un tour complet  $T \geq 0$  lorsque  $\theta = \frac{3\pi}{2}$

$$\text{soit } \frac{mv_0^2}{\ell} + mg(3\sin\frac{3\pi}{2} - 2\sin\theta_0) \geq 0$$

$$\longrightarrow \frac{mv_0^2}{\ell} \geq mg(3 + 2\sin\theta_0) \longrightarrow v_0^2 \geq g\ell(3 + 2\sin\theta_0)$$

donc  $v_{0m} = \sqrt{g\ell(3 + 2\sin\theta_0)} = \sqrt{9,8 \times 0,5(3 + 2\sin 15)} = 4,15 \text{ m/s}$

3.2.4 :

3.2.4.1 : (0,5 pt)

$$\vec{v}_A \begin{cases} \text{direction : tangente à la trajectoire au point A} \\ \text{sens vers le bas} \\ \text{intensité : } v_A = \sqrt{4,15^2 + 2 \times 9,8 \times 0,5(\sin 45 - \sin 15)} = 4,65 \text{ m.s}^{-1} \end{cases}$$

3.2.4.2 : (0,75 pt)

Théorème du centre d'inertie sur la bille :  $\vec{P} = m\vec{a} \longrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

Projection de cette relation sur les axes donne :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} v_x = -v_A \sin \alpha \\ v_y = gt + v_A \cos \alpha \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} x = -v_A t \sin \alpha + \ell \cos \alpha \\ y = \frac{1}{2}gt^2 + v_A t \cos \alpha + \ell \sin \alpha \end{cases}$$

3.2.4.3 : (0,5 pt)

$$u = \ell \cos \alpha - x \longrightarrow x = \ell \cos \alpha - u \text{ aussi } x = -v_A t \sin \alpha + \ell \cos \alpha$$

$$\text{soit } -v_A t \sin \alpha + \ell \cos \alpha = \ell \cos \alpha - u \longrightarrow u = v_A t \sin \alpha$$

$$\text{et on tire } t = \frac{u}{v_A \sin \alpha}$$

On remplace t par sa valeur dans l'équation  $y = \frac{1}{2}gt^2 + v_A t \cos \alpha + \ell \sin \alpha$  pour obtenir

$$y = \frac{g}{2v_A^2 \sin^2 \alpha} u^2 + \frac{u}{\tan \alpha} + \ell \sin \alpha$$

3.2.4.4 : (0,5 pt)

Pour  $y = 1,5 \text{ m}$  on tire les valeurs de u par résolution de l'équation du second degré soient :

$$u_1 = -3,05 \text{ et } u_2 = 0,839$$

d'où l'on tire les valeurs de x soient :

$$x_1 = 3,40 \text{ m et } x_2 = 0,297 \text{ m}$$

$$x_1 > \ell \cos \alpha \text{ est impossible donc la solution est } x_2 = 0,297 \text{ m}$$

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

4.1 : (0,5 pt)

Etablissement de l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_{AB}$  au cours de cette étape de la charge du condensateur :

$$U_0 = u_{AB} + u_R$$

$$\text{avec } u_R = Ri \text{ et } i = \frac{dq}{dt} \text{ aussi } q = Cu_{AB}$$

$$\text{soit } u_R = R \frac{dCu_{AB}}{dt} = RC \frac{du_{AB}}{dt}$$

donc l'équation différentielle vérifiée par la tension est :

$$RC \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = U_0$$

4.2 : (0,5 pt)

$$\text{Vérification de la solution de l'équation différentielle : } u_{AB} = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\frac{du_{AB}}{dt} = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\text{On obtient : } RC \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = U_0$$

$$\longrightarrow \frac{RC}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} = 1$$

$$\longrightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} \left( \frac{RC}{\tau} - 1 \right) = 0$$

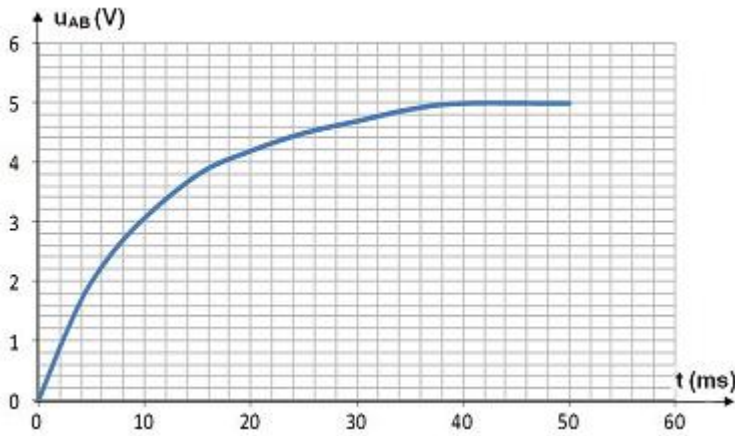
$$\longrightarrow \frac{RC}{\tau} - 1 = 0 \longrightarrow \frac{RC}{\tau} = 1$$

$$\tau = RC$$

$$\text{Application numérique : } \tau = 10 \cdot 10^3 \times 1 \cdot 10^{-6} = 10^{-2} \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

4.3 :

4.3.1 : (0,5 pt)



Le graphe qui a l'allure d'une courbe exponentielle est en accord avec l'expression de  $u_{AB}$

$$\text{Aussi, avec l'expression } u_{AB} = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\text{à } t = 0 \text{ on a } u_{AB} = U_0 \left(1 - e^{-\frac{0}{\tau}}\right) = U_0(1 - 1) = 0$$

$$\text{et lorsque } t \rightarrow +\infty \text{ alors } u_{AB} \rightarrow U_0 = 5 \text{ V}$$

Ce qui se vérifie sur la courbe.

4.3.2 : (0,5 pt)

$$\tau \text{ est la date à laquelle } u_{AB} = 0,63U_0 = 3,15 \text{ V}$$

A partir du graphe, on cherche l'abscisse du point de la courbe dont l'ordonnée est égale à 3,15 V. On trouve

$$\tau = 10 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 10^{-2} \text{ s}$$

Autre méthode : On peut déterminer  $\tau$  en traçant la tangente à la courbe à l'origine.  $\tau$  est l'abscisse du point d'intersection de cette tangente avec la droite d'équation  $U_{AB} = U_0$

On remarque que les deux valeurs de  $\tau$  sont égales. On peut déterminer  $\tau$  par le calcul ou par la méthode graphique.

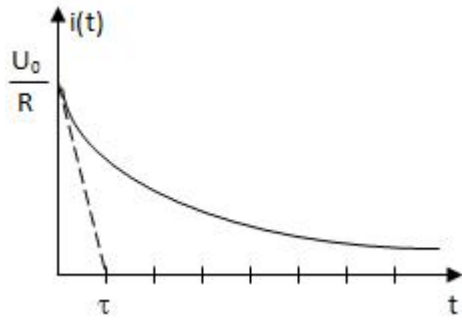
4.4 : (0,75 pt)

$$i = \frac{dq}{dt} \text{ avec } q = Cu_{AB} \text{ donc } i = C \frac{du_{AB}}{dt}$$

$$\frac{du_{AB}}{dt} = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ et } \tau = RC$$

$$\text{donc } i = \frac{CU_0}{RC} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Allure de  $i(t)$



4.5 :

4.5.1 : Equation différentielle traduisant les variations de la charge  $q(t)$  du condensateur. **(0,5 pt)**

Aux bornes du condensateur :  $u_{AB} = \frac{q}{C}$

Aux bornes de la bobine et du résistor :  $u_{BA} = Ri + L \frac{di}{dt}$

$$u_{AB} = -u_{BA} \longrightarrow \frac{q}{C} = Ri - L \frac{di}{dt} \longrightarrow \frac{q}{C} + Ri + L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\text{Aussi } i = \frac{dq}{dt} \text{ donc } \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$$

$$\text{L'équation devient : } \frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0 \longrightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$$

4.5.2 : **(0,5 pt)**

$$\text{On avait } \ddot{q} + \frac{R}{L} \dot{q} + \frac{1}{LC} q = 0 \longrightarrow L\ddot{q} + R\dot{q} + \frac{1}{C} q = 0$$

On multiplie les 2 membres de l'égalité par  $\dot{q}$  et on obtient :

$$\longrightarrow L\ddot{q}\dot{q} + R\dot{q}\dot{q} + \frac{1}{C} q\dot{q} = 0$$

$$\longrightarrow \frac{1}{2} L \frac{d}{dt} \dot{q}^2 + R\dot{q}^2 + \frac{1}{2C} \frac{dq^2}{dt} = 0$$

$$\longrightarrow \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \right) + Ri^2 = 0$$

4.5.3 : **(0,5 pt)**

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \right) = -Ri^2$$

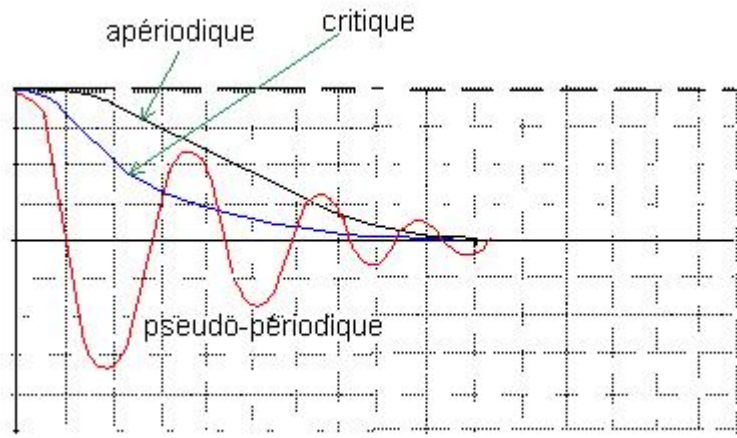
La variation de l'énergie emmagasinée dans le circuit est égale à l'énergie dissipée par effet Joule au niveau du résistor.

L'énergie du circuit diminue au cours du temps.

4.5.4 : **(0,75 pt)**

Les régimes principaux de fonctionnement d'un circuit RLC sont : le régime pseudo-périodique, le régime critique et le régime aperiodique (sous-critique).

Représentation de ces trois régimes.



#### 4.5.5 : (0,5 pt)

Si  $R = 0$  on a un régime périodique et l'expression de la période est  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

#### Exercice 5 (4 points)

##### 5.1.

##### 5.1.1 : (0,75 pt)

La courbe est une droite passant par l'origine donc  $x = kt^2$

C'est la relation caractéristique du mouvement rectiligne uniformément varié du centre d'inertie d'un solide. Le mouvement du centre d'inertie de la tige est rectiligne uniformément varié.

##### 5.1.2 : (0,5 pt)

$$x = kt^2 \text{ et } x = \frac{1}{2}a_{exp}t^2 \text{ donc } a_{exp} = 2k$$

$$\text{La courbe donne } k = \frac{90 \cdot 10^{-2}}{2} \text{ donc } a_{exp} = 90 \cdot 10^{-2} m \cdot s^{-2}$$

Appliquons le théorème du centre d'inertie sur la tige en supposant l'absence des forces de frottement :

$$\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_{th}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne :  $ma_{th} = mg\sin\alpha \rightarrow a_{th} = g\sin\alpha$

$$\text{Application numérique : } a_{th} = 9,8 \times \sin 15 = 2,54 m \cdot s^{-2}$$

On constate que  $a_{exp} < a_{th}$  donc il existe des forces de frottement.

Le théorème du centre d'inertie sur la tige avec l'existence des forces de frottement donne :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}_{exp}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne :  $ma_{exp} = mg\sin\alpha - f$

$$\rightarrow f = m(g\sin\alpha - a_{exp}) = 15 \cdot 10^{-3}(9,8 \times \sin 15 - 90 \cdot 10^{-2}) = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

##### 5.2.

##### 5.2.1 (0,5 pt)

$$v_1 = at_1 = 9,8 \times \sqrt{3} = 1,56 m \cdot s^{-1}$$

##### 5.2.2 (0,75 pt)

Intensité du courant induit  $I_1$

La tige est orientée de M vers N, la f.e.m induite s'exprime  $e_{MN} = \vec{E}_m \cdot \overrightarrow{MN}$

avec  $\vec{E}_m = \vec{v}_1 \wedge \vec{B} = v_1 B \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = v_1 B \cos\alpha$

donc  $e_{MN} = v_1 B \ell \cos\alpha$

d'où  $I_1 = \frac{e_{MN}}{R+r} = \frac{v_1 B \ell \cos\alpha}{R+r}$

Application numérique :  $I_1 = \frac{1,56 \times 1 \times 0,1 \cos 15}{1} = 0,15 A$

$I_1$  est supérieur à 0 donc le courant circule M vers N à travers la tige. On peut remarquer aussi que  $I_1$  a le même sens que  $\vec{E}_m$

### 5.2.3 (0,75 pt)

Appliquons le théorème du centre d'inertie sur la tige à la date  $t_1$  :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne :  $ma = mg \sin\alpha - f - F \cos\alpha$

avec  $F = I_1 \ell B$

soit  $a = g \sin\alpha - \frac{1}{m}(f + I_1 \ell B \cos\alpha)$

Application numérique :  $a = 9,8 \times \sin 15 - \frac{1}{15 \cdot 10^{-3}}(2,45 \cdot 10^{-2} + 0,15 \times 0,1 \times 1 \cos 15) = -6,28 \cdot 10^{-2} m \cdot s^{-2}$

à la date  $t_1$ ,  $a < 0$  et  $v > 0$  donc  $\vec{a}$  et  $\vec{v}$  ont des sens contraires donc le mouvement est décéléré dans un premier temps. La diminution de la vitesse entraîne la diminution de l'intensité de la force de Laplace jusqu'au moment où la somme des forces s'annule. Le mouvement devient alors uniforme.

### 5.2.4 (0,75 pt)

Si  $t > t_1$  :

Le théorème du centre d'inertie sur la tige donne :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne :  $ma = mg \sin\alpha - f - F \cos\alpha$

$$ma = mg \sin\alpha - f - I \ell B \cos\alpha = mg \sin\alpha - f - \frac{v B \ell \cos\alpha}{R+r} \ell B \cos\alpha$$

$$\longrightarrow ma = mg \sin\alpha - f - \frac{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha}{R+r} v \longrightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha}{m(R+r)} v = g \sin\alpha - \frac{f}{m}$$

Si la vitesse limite  $v_2$  est atteinte alors  $\frac{dv}{dt} = 0$  alors :

$$\frac{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha}{m(R+r)} v_2 = g \sin\alpha - \frac{f}{m} \longrightarrow v_2 = \frac{R+r}{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha} (mg \sin\alpha - f)$$

Application numérique :  $v_2 = \frac{1}{12 \times 0,12 \times \cos^2 15} (15 \cdot 10^{-3} \times 9,8 \times \sin 15 - 2,45 \cdot 10^{-2}) = 1,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**

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

**EXERCICE 1 (04,25 points)**

Les esters sont très abondants dans la nature. Les plus simples, dans les conditions ordinaires de température et de pression, sont liquides et le plus souvent odorants. Ils constituent ce qu'on appelle couramment les esters de fruit.

L'éthanoate d'éthyle, par exemple, existe dans la banane.

Sa formule semi-développée s'écrit :

$$\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}} - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$$

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent l'étude cinétique de la réaction d'hydrolyse de l'éthanoate d'éthyle.

Pour cela, le préparateur dissout  $n = 0,25 \text{ mol}$  d'éthanoate d'éthyle dans de l'eau de façon à obtenir 500 mL de solution notée  $S_0$ .

Chaque groupe d'élèves prélève 100 mL de la solution  $S_0$  qu'il répartit dans 10 tubes (de 10 mL chacun) maintenus à température constante dans une enceinte thermostatée, à la date  $t = 0$ .

A chaque date  $t$ , on prélève un tube que l'on met dans la glace puis on dose l'acide formé dans le tube à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$ , en présence d'un indicateur coloré. Pour obtenir le virage de cet indicateur coloré, il faut verser un volume  $V_b$  de solution d'hydroxyde de sodium.

Pour la durée impartie à la séance de TP, un groupe d'élèves a pu obtenir les résultats suivants :

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
$V_b(\text{mL})$	0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4
$n_E (10^{-3} \text{ mol})$	5								

Dans ce tableau,  $n_E$  représente la quantité de matière d'ester restant dans un tube à la date  $t$ .

**1.1** Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau. Nommer les produits de la réaction. Préciser les caractéristiques de celle-ci.

**(0,75 pt)**

**1.2** Pourquoi place-t-on le tube dans la glace avant chaque dosage ?

**(0,25 pt)**

**1.3** Le groupe d'élèves a reporté dans le tableau la valeur  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  pour la quantité de matière  $n_0$  d'ester présent dans chaque tube à la date  $t = 0$ . Vérifier, par un calcul simple, que cette valeur correspond bien à celle de  $n_0$ .

**(0,25 pt)**

**1.4** Exprimer, en fonction de  $n_0$ ,  $C_b$  et  $V_b$ , la quantité  $n_E$  d'ester restant dans un tube à la date  $t$ .

Calculer  $n_E$  à chaque date  $t$  ; recopier et compléter le tableau.

**(01 pt)**

**1.5** Tracer la courbe représentative  $n_E = f(t)$  avec les échelles suivantes :

1 cm pour 10 min en abscisses ; 2,5 cm pour  $10^{-3} \text{ mol}$  en ordonnées

**(0,75 pt)**

**1.6** Définir la vitesse de disparition de l'ester à la date  $t$ . Calculer cette vitesse à la date  $t_1 = 50 \text{ min}$ .

En utilisant la courbe, expliquer qualitativement comment évolue cette vitesse au cours du temps.

**(0,75 pt)**

**1.7** Citer deux méthodes utilisables pour augmenter la vitesse de cette réaction.

**(0,5 pt)****EXERCICE 2 (3,75 points)**

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution  $S_0$  d'une monoamine primaire d'un laboratoire, les indications relatives à la densité  $d$  et à la formule chimique sont illisibles. Seul le pourcentage en masse d'amine pure de la solution  $S_0$  est lisible, soit  $P = 63\%$ . Cette indication signifie qu'il y a 63 g d'amine pure dans 100 g de la solution  $S_0$ .

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, entreprend de déterminer les informations illisibles sur l'étiquette de ce flacon. Ils font les trois expériences décrites ci-après :

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**Expérience 1** : avec une balance de précision, ils mesurent la masse  $m_0$  d'un volume  $V_0 = 10 \text{ cm}^3$  de la solution  $S_0$  et trouvent  $m_0 = 7,5 \text{ g}$ .

**Expérience 2** : Ils diluent un volume  $V_p = 10 \text{ cm}^3$  de la solution  $S_0$  dans une fiole jaugée de 1 L et obtiennent ainsi une solution  $S_1$ .

**Expérience 3** : Ils dosent un volume  $V_1 = 10 \text{ cm}^3$  de la solution  $S_1$  par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C_a = 0,040 \text{ mol.L}^{-1}$  en présence d'un indicateur coloré. Pour atteindre l'équivalence, ils ont versé un volume  $V_a = 20 \text{ cm}^3$  d'acide.

**2.1** A partir des résultats de l'expérience 1, calculer la masse volumique  $\rho_0$  de la solution  $S_0$ ; le résultat sera exprimé en  $\text{g. cm}^{-3}$  puis en  $\text{g. L}^{-1}$ . En déduire la valeur de la densité  $d$ . **(0,5 pt)**

**2.2** On s'intéresse à l'expérience 3.

**2.2.1** Faire un schéma légendé du dispositif de dosage. **(0,25 pt)**

**2.2.2** En notant l'amine par la formule  $R - \text{NH}_2$ , écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. **(0,25 pt)**

**2.2.3** Calculer la constante  $K$  de cette réaction. En déduire le caractère total ou partiel de la réaction. **(0,5 pt)**

**2.2.4** Calculer la concentration  $C_1$  de la solution  $S_1$ , puis, en déduire la concentration  $C_0$  de la solution  $S_0$ . **(0,5 pt)**

**2.2.5** Expliquer pourquoi les élèves ont eu besoin de réaliser l'expérience 2 au lieu de doser directement la solution  $S_0$ . **(0,25 pt)**

**2.3**

**2.3.1** Montrer que la concentration  $C_0$  de la solution  $S_0$  est donnée par :  $C_0 = \frac{63 \rho_0}{100 M}$ , relation où  $M$  est la masse molaire de l'amine. **(0,5 pt)**

**2.3.2** En déduire la masse molaire de l'amine en  $\text{g.mol}^{-1}$ . **(0,25 pt)**

**2.3.3** Déterminer la formule brute, la formule semi-développée et le nom de la monoamine primaire sachant que sa molécule est telle que l'atome de carbone lié à l'atome d'azote est également lié à deux autres atomes de carbone. **(0,75 pt)**

**Données :**

Constante d'acidité :  $K_a (\text{RNH}_3^+/\text{RNH}_2) = 2,0 \cdot 10^{-11}$ ; masse volumique de l'eau  $\rho_e = 1 \text{ g.cm}^{-3} = 10^3 \text{ g.L}^{-1}$

**EXERCICE 3 (04 points)**

Des élèves se fixent comme objectif d'appliquer leurs connaissances en mécanique au « jeu de plongeur ». Ce jeu, réalisé à la piscine, consiste à passer au dessus d'une corde puis atteindre la surface de l'eau en un point le plus éloigné possible du point de départ avant de commencer la nage. Le bassin d'eau a pour longueur  $L = 20 \text{ m}$  et est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin ; à ce moment son centre d'inertie  $G$  est à une hauteur  $h_1 = 1,5 \text{ m}$  au dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance  $\ell = 1,6 \text{ m}$  du tremplin. Elle est à une hauteur  $h_2 = 2 \text{ m}$  du niveau de l'eau (voir figure à la page suivante).

Au cours d'une simulation, les élèves font plusieurs essais en lançant, avec un dispositif approprié, un solide ponctuel à partir du point  $G$ . Les essais diffèrent par la valeur du vecteur-vitesse initial du solide ou par l'angle dudit vecteur avec l'horizontale.

Le mouvement du solide est étudié dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ . Le point  $O$  est le point d'intersection entre la verticale passant par la position initiale de  $G$  et la surface de l'eau. La direction de l'axe  $\vec{i}$  est perpendiculaire au plan vertical contenant la corde, comme indiqué sur la figure.

On néglige les frottements et on prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

**3.1** Lors d'un premier essai, le solide est lancé du point  $G$ , à la date  $t = 0$ , avec une vitesse  $\vec{V}_0$  faisant un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec l'horizontale, de valeur  $V_0 = 8 \text{ m.s}^{-1}$  et appartenant au plan vertical défini par  $(\vec{i}, \vec{k})$ .

**3.1.1** Etablir les équations paramétriques du mouvement du solide. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire. **(01 pt)**

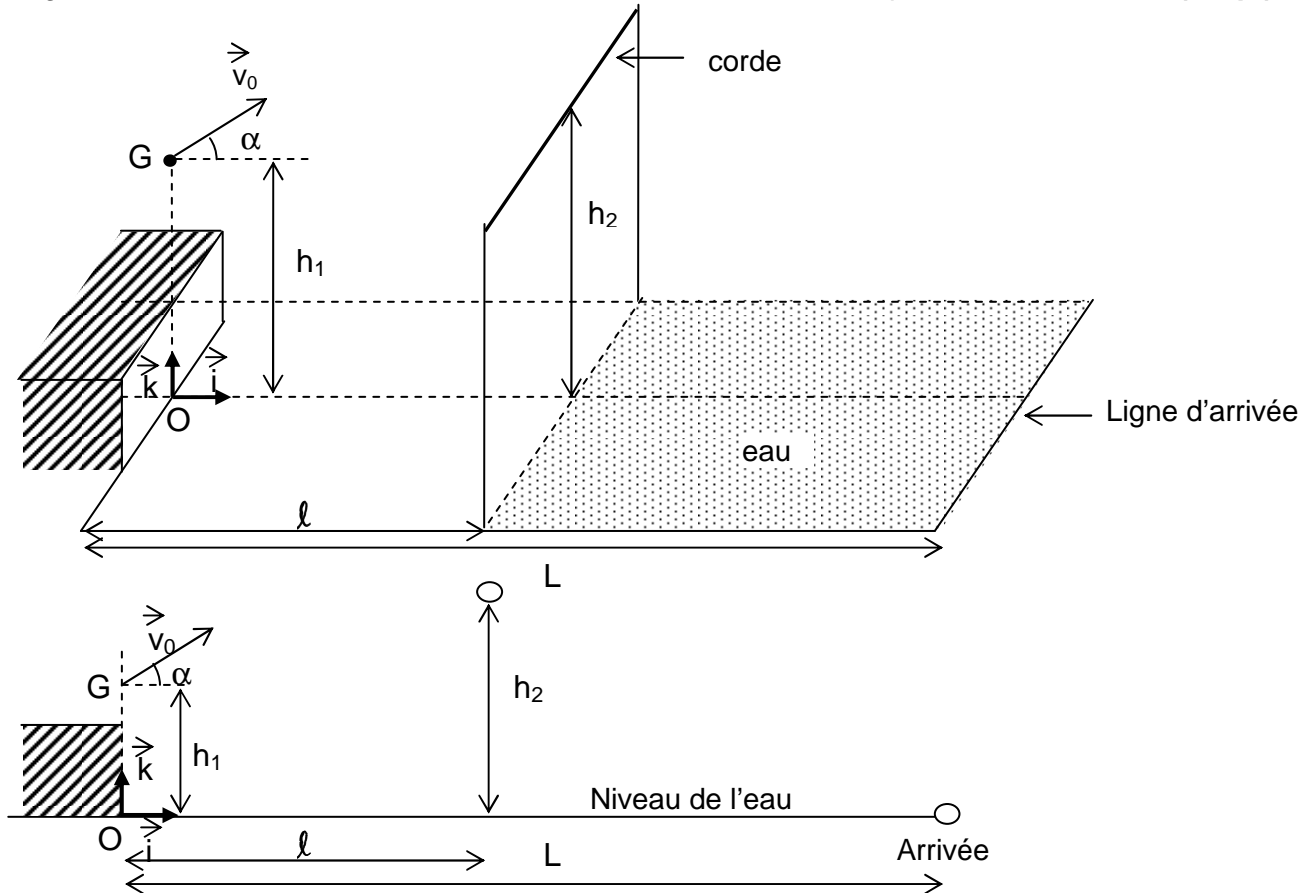
**3.1.2** Le solide passe-t-il au dessus de la corde ? Justifier la réponse. **(0,75 pt)**

**3.1.3** Au cas où le solide passe au-dessus de la corde, quelle distance le sépare-t-il de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau ? **(0,75 pt)**

.../... 3

**3.1.4** Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle  $\beta$  que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau. **(01 pt)**

**3.2** Dans un second essai, les élèves voudraient que le solide touche l'eau en un point distant de 8 m de la ligne d'arrivée. Quelle doit être alors la valeur de la vitesse initiale pour  $\alpha = 45^\circ$ ? **(0,5 pt)**



#### EXERCICE 4 (04 points)

On considère le dispositif expérimental schématisé ci-contre, comportant 4 zones notées 1, 2, 3, 4.

zone 1 : chambre d'accélération entre  $P_1$  et  $P_2$ .

zone 2 : sélecteur de vitesse entre  $P_2$  et  $P_3$ .

zone 3 : chambre de déviation de largeur  $\ell$ .

zone 4 : région où il ne règne ni un champ électrique, ni un champ magnétique.

F est un écran placé à une distance D de la plaque  $P_3$ , perpendiculairement à l'axe horizontal  $x'x$ .

C est une chambre d'ionisation qui émet des ions sodium  $\text{Na}^+$  de masse m et de charge q.

$P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  sont des plaques métalliques verticales percées de trous  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  alignés sur l'axe horizontal  $x'x$ .

$A_1$  et  $A_2$  sont des plaques métalliques horizontales séparées par une distance d ; elles n'ont aucun contact électrique avec  $P_2$  et  $P_3$ .

Le dispositif est placé dans le vide. On néglige le poids des ions devant les autres forces.

**4.1** Les ions  $\text{Na}^+$  sortent du trou  $T_1$ , avec une vitesse supposée nulle. Accélérés par une différence de potentiel  $U = V_{P_1} - V_{P_2}$  entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ , ils franchissent le trou  $T_2$  avec une vitesse  $\vec{V}_0$ .

Par application du théorème de l'énergie cinétique, montrer que le rapport  $\frac{q}{m}$  (charge massique) pour un

ion  $\text{Na}^+$  est donné par l'expression :  $\frac{q}{m} = \frac{V_0^2}{2U}$

**(0,5 pt)**

**4.2** Dans la zone 2, règnent simultanément un champ électrique uniforme de vecteur  $\vec{E}$  vertical et un champ magnétique uniforme dont le vecteur  $\vec{B}$  est perpendiculaire au plan de la figure.

**4.2.1** Sur votre feuille de copie, faire un schéma où sera représentée la force électrique  $\vec{F}_e$  qui s'exerce sur un ion se trouvant dans la zone 2. **(0,5 pt)**

**4.2.2** Sur le même schéma, représenter, justification à l'appui, la force magnétique  $\vec{F}_m$  qui doit s'appliquer sur le même ion pour qu'il suive une trajectoire rectiligne jusqu'au trou  $T_3$ . **(0,5 pt)**

**4.2.3** En déduire le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  dans la zone 2. Compléter le schéma en mettant le sens de  $\vec{B}$ . **(0,5 pt)**

**4.2.4** Exprimer le rapport  $\frac{q}{m}$  en fonction de  $U$ ,  $E$  et  $B$ . Faire l'application numérique. **(0,75 pt)**

$$U = 3,9 \text{ kV} ; \quad E = 9 \cdot 10^3 \text{ V.m}^{-1} ; \quad B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ T.}$$

**4.3** Après le trou  $T_3$ , les ions arrivent dans la zone 3 où règne le champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}'$  représenté sur la figure. A la sortie de la zone 3, le vecteur vitesse d'un ion  $\text{Na}^+$  fait un angle  $\theta$  faible avec l'axe  $x'x$ .

**4.3.1** Représenter, justification à l'appui, la trajectoire d'un ion de  $T_3$  à l'écran. **(0,5 pt)**

**4.3.2** Le point M est le point d'impact des ions  $\text{Na}^+$  sur l'écran, I est le point d'intersection de l'axe  $(x'x)$  avec l'écran.

Etablir l'expression de la déflexion magnétique  $Y = IM$  en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $V_0$ ,  $B'$ ,  $\ell$  et  $D$  puis en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $U$ ,  $B'$ ,  $\ell$  et  $D$ .

Peut-on en déduire une détermination expérimentale de  $\frac{q}{m}$  ? Expliquer **(0,75 pt)**

## **EXERCICE 5 (04 points)**

*La lumière a toujours eu un côté mystérieux qui a interpellé les physiciens depuis des siècles. Tour à tour onde ou corpuscule, elle semble échapper à toute représentation une et entière. Les physiciens du XX<sup>e</sup> siècle ont parlé de complémentarité et de « dualité » pour rendre compte de ces deux représentations qui s'excluent l'une l'autre.*

**5.1** On désire retrouver la longueur d'onde d'une source laser He-Ne du laboratoire d'un lycée avec le dispositif interférentiel des fentes de Young. Dans ce dispositif la source laser  $S$  éclaire deux fentes secondaires  $S_1$  et  $S_2$  distantes de  $a$ . La source  $S$  est située sur la médiatrice de  $S_1S_2$ . L'écran d'observation  $E$  est parallèle au plan  $S_1S_2$  et situé à une distance  $D$  de ce plan.

**5.1.1** Faire le schéma légendé de l'expérience permettant de visualiser des franges d'interférences. Indiquer clairement sur ce schéma la zone où se produisent les franges. **(0,5 pt)**

**5.1.2** On montre que la différence de marche  $\delta$  entre les rayons issus des fentes sources  $S_1$  et  $S_2$  s'exprime par la relation  $\delta = \frac{a x}{D}$  en un point M d'abscisse  $x$  comptée à partir du milieu de la frange centrale.

**5.1.2.1** Quelle condition doit vérifier  $\delta$  pour que le point M apparaisse  
a) brillant ? b) sombre (obscur) ? **(0,5 pt)**

**5.1.2.2** Définir l'interfrange  $i$  et montrer qu'elle s'exprime par la relation  $i = \frac{\lambda D}{a}$ . **(0,75pt)**

**5.1.3** On mesure la distance correspondant à 6 interfranges et on trouve  $d = 28,5 \text{ mm}$ .

**5.1.3.1** Pourquoi a-t-on préféré mesurer 6 interfranges au lieu d'une interfrange ? **(0,25 pt)**

**5.1.3.2** Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde  $\lambda$  du laser He-Ne de ce laboratoire (avec 3 chiffres significatifs). On prendra :  $a = 0,20 \text{ mm}$  ;  $D = 1,50 \text{ m}$ . **(0,5 pt)**

**5.2** On éclaire une cellule photoélectrique par des radiations lumineuses de longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$ . Le travail d'extraction du métal constituant la cathode de la cellule est  $W_s = 1,8 \text{ eV}$

**5.2.1** Déterminer la longueur d'onde seuil  $\lambda_0$  de la cathode. Comparer avec la longueur d'onde  $\lambda$  des radiations éclairant la cellule. Conclure. **(0,5 pt)**

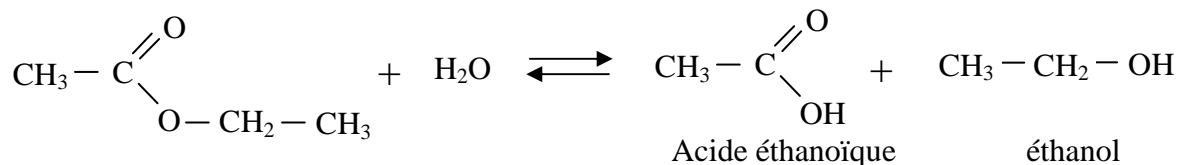
**5.2.2** Déterminer, en électron-volt (eV), l'énergie cinétique maximale de sortie d'un électron extrait de la cathode de la cellule et calculer sa vitesse. **(01 pt)**

**Données :** Masse d'un électron :  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  
Constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  
Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

**Corrigé de l'épreuve du premier groupe de**  
**SCIENCES PHYSIQUES**  
**Baccalauréat séries S<sub>2</sub> – S<sub>2A</sub> – S<sub>4</sub> – S<sub>5</sub>**  
**Session juillet 2009**

**Exercice 1 : (4,25 points)**

**1.1** :



La réaction est lente, limitée (par la réaction inverse) et athermique.

**1.2** :

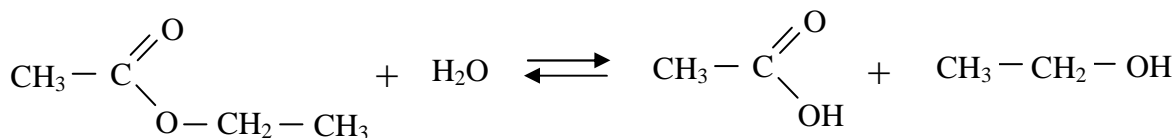
On place les tubes dans la glace avant chaque dosage pour bloquer la réaction.

**1.3** :

La quantité de matière  $n_0$  d'ester présent dans chaque tube à la date  $t = 0$ .

$$n_0 = \frac{n}{V} V_p = \frac{0,25}{500} \times 10 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

**1.4** :



$t = 0$	$n_0 \text{ mol}$	$0 \text{ mol}$	$0 \text{ mol}$
à une date $t$	$n_E$	$n' \text{ mol}$	$n' \text{ mol}$

Le nombre de mol  $n'$  d'acide formé dans un tube, à la date  $t$ , est égal au nombre de mol d'ester disparu ;  
d'où le nombre de mol d'ester restant est donné par :  $n_E = n_0 - n'$

A l'équivalence de la réaction de dosage on a :  $n' = n_b \rightarrow n' = C_b V_b$

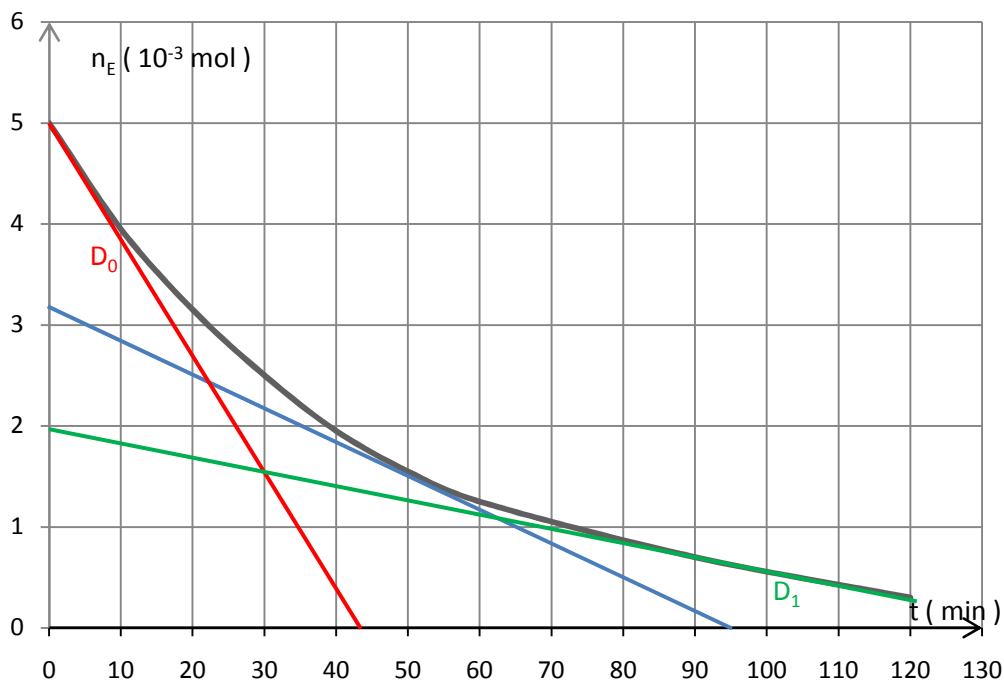
La quantité de matière  $n_E$  d'ester restant à la date  $t$  est donnée par l'expression :  $n_E = n_0 - C_b V_b$

Ce qui permet de compléter le tableau ; soit :

$t \text{ (min)}$	0	10	20	30	40	50	60	90	120
$V_b \text{ (mL)}$	0,0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4
$n_E \text{ (} 10^{-3} \text{ mol)}$	5	3,95	3,15	2,50	1,95	1,55	1,25	0,70	0,30

La courbe  $n_E = f(t)$  est représentée ci-après :

**1.5 :**



**1.6 :**

$$V = - \frac{dn_E}{dt}$$

$$V_{50} \approx - \frac{(3 - 0) \cdot 10^{-3}}{(0 - 90)} \approx 3,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

La vitesse est donnée par l'opposé de la pente de la tangente à la courbe en chaque point.

A partir de la courbe, on constate que l'opposé de la pente de la tangente à la courbe diminue au cours du temps. Comparer par exemple, sur le graphe, la pente de  $D_0$  (tangente à  $t = 0$ ) et celle de  $D$  (tangente à  $t = 120$  min).

Donc la vitesse diminue au cours du temps.

**1.7 :**

Pour augmenter la vitesse de cette réaction, on peut :

- Augmenter la température du milieu réactionnel.
- Utiliser un catalyseur

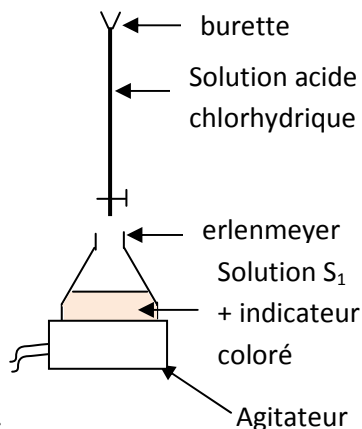
## **Exercice 2 : (3,75 points)**

**2.1 :**

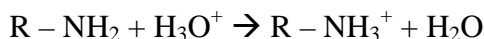
$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{7,5}{10} = 0,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,75 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$d = \frac{\rho_0}{\rho_e} = \frac{0,75 \cdot 10^3}{10^3} = 0,75$$

### 2.2.1 :



### 2.2.2 :



### 2.2.3 :

$$K = \frac{[RNH_3^+]}{[RNH_2][H_3O^+]} = \frac{1}{K_a} = 0,5 \cdot 10^{11} = 5 \cdot 10^{10} \text{ donc la réaction est totale}$$

### 2.2.4 :

$$C_1 V_1 = C_a V_a \rightarrow C_1 = \frac{C_a V_a}{V_1} = \frac{0,04 \times 20}{10} = 0,08 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_0 = 100 C_1 = 8 \text{ mol.L}^{-1}$$

### 2.2.5 :

$S_0$  est trop concentrée, il aurait fallu une grande quantité d'acide pour la doser, d'où la nécessité de le diluer avant le dosage.

### 2.3.1 :

$$C_0 = \frac{n(\text{amine})}{V_0} = \frac{m(\text{amine})}{M V_0} \text{ avec } m(\text{amine}) = P \frac{m_0}{100} \text{ et } m_0 = \rho_0 V_0 \text{ où } m_0 \text{ est la masse de } S_0 \text{ correspondant au volume } V_0$$

$$C_0 = P \frac{\rho_0 V_0}{100} \frac{1}{M V_0} = \frac{63 \rho_0}{100 M}$$

### 2.3.2 :

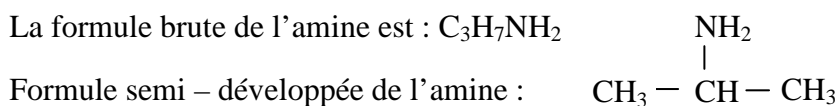
$$M = \frac{63 \rho_0}{100 C_0} = \frac{63 \times 0,75 \cdot 10^3}{100 \times 8} = 59,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

### 2.3.3 :

Posons comme formule brute de l'amine :  $C_n H_{2n+1} NH_2$

$$M = 14n + 1 + 14 + 2 = 14n + 17 = 59,1 \rightarrow n = \frac{59,1 - 17}{14} = 3$$

La formule brute de l'amine est :  $C_3 H_7 NH_2$



Nom de l'amine : propan – 2 – amine.

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

**3.1 :**

**3.1.1 :**

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_z = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha + h_1 \end{cases}$$

$$z = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha + h_1 = -\frac{1}{2} 10 \frac{x^2}{8^2 \cos^2 45} + x + 1,5$$

$$z = -0,156 x^2 + x + 1,5$$

**3.1.2 :**

$$x = \ell = 1,6 \text{ m} \rightarrow z_\ell = -0,156 (1,6)^2 + 1,6 + 1,5 = 2,7 \text{ m}$$

Or  $h_2 = 2 \text{ m}$  et  $z_\ell > h_2$  donc le ballon passe au dessus de la corde.

**3.1.3 :**

$$z = 0 \rightarrow -0,156 x^2 + x + 1,5 = 0$$

$$\Delta = 1 + 4 \times 1,5 \times 0,156 = 1,94$$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{1,94}}{-2 \times 0,156} = 7,7 \text{ m}$$

La distance qui sépare le solide de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau est :  $L - x = 20 - 7,7 = 12,3 \text{ m}$

**3.1.4 :**

On applique le théorème de l'énergie cinétique au solide entre l'instant initial et l'instant où il touche l'eau :

$$\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = m g h_1 \rightarrow v_2 = \sqrt{2 g h_1 + v_0^2} = \sqrt{2 \times 10 \times 1,5 + 64} = 9,7 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\sin \beta = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_2} = \frac{8 \times \cos 45}{9,7} = 0,58 \rightarrow \beta = 35,7^\circ$$

**3.2 :**

$$x_3 = 12 \text{ m} \rightarrow z_3 = 0$$

$$-\frac{1}{2} g \frac{x_2^3}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x_3 \tan \alpha + h_1 = 0 \rightarrow v_0 = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g x_2^3}{2(x_3 \tan \alpha + h_1)}} = 10,3 \text{ m.s}^{-1}$$

### **Exercice 4 : ( 04 points )**

**4.1 :**

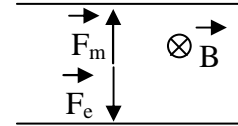
On applique le théorème de l'énergie cinétique sur un ion entre  $T_1$  et  $T_2$  :

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = qU \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{2U}$$



#### 4.2.1 :

$\vec{F}_e = q\vec{E}$  avec  $q > 0 \rightarrow \vec{F}_e$  et  $\vec{E}$  ont la même direction et le même sens.



#### 4.2.2 :

$\vec{F}_m + \vec{F}_e = \vec{0} \rightarrow \vec{F}_m$  et  $\vec{F}_e$  ont la même direction, la même intensité et des sens contraires.

#### 4.2.3 :

$\vec{F}_m = q \vec{v} \wedge \vec{B} \rightarrow \vec{B}$  est rentrant.

#### 4.2.4 :

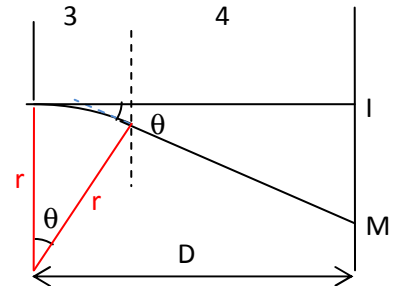
$$qE = qv_0B \rightarrow v_0B = E \rightarrow v_0^2B^2 = E^2 \rightarrow \frac{2qU}{m} B^2 = E^2 \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{E^2}{2UB^2}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{(9.10^3)^2}{2 \times 3,9.10^3 \times (5.10^{-2})^2} = 4,15.10^6 \text{ C.kg}^{-1}$$

#### 4.3.1 :

Dans la zone 3, l'ion est soumis à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}'$  donc sa trajectoire est circulaire.

Dans la zone 4 l'ion n'est soumis à aucune force donc sa trajectoire est rectiligne. La direction de la trajectoire dans la zone 4 est celle du vecteur vitesse de l'ion à la sortie de la zone 3



#### 4.3.2 :

$$\sin \theta \approx \frac{\ell}{r} \text{ et } \tan \theta \approx \frac{IM}{D}$$

$$\text{aussi } \sin \theta \approx \tan \theta \rightarrow \frac{\ell}{r} \approx \frac{IM}{D} \rightarrow IM = \frac{\ell D}{r} \text{ avec } r = \frac{mv_0}{qB'}$$

$$\text{donc } IM = \frac{\ell D q B'}{mv_0}$$

$$\text{On avait à la question 4.1 : } \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{2U} \rightarrow \text{d'où l'on tire } v_0 \rightarrow IM = \frac{\ell D q B'}{m} \times \sqrt{\frac{m}{2qU}} = \ell D B' \sqrt{\frac{q}{2mU}}$$

$$\frac{q}{m} = 2U \left( \frac{IM}{\ell D B'} \right)^2$$

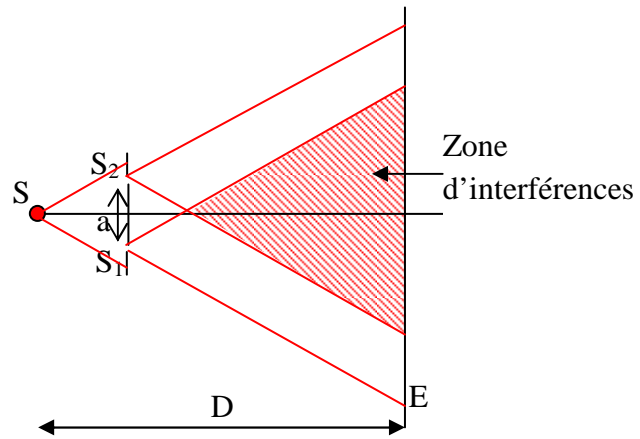
Les valeurs de  $U$ ,  $\ell$ ,  $D$  et  $B'$  étant données, cette expression permet de déterminer  $\frac{q}{m}$  après la mesure de  $IM$ .

## Exercice 5 : (04 points)

### 5.1.1

#### 5.1.2.1 :

a)  $\delta = k\lambda$       b)  $\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$



#### 5.1.2.2 :

L'interfrange est la distance qui sépare les milieux de 2 franges consécutives de même nature.

$$i = x_{i+1} - x_i$$

Pour une frange brillante :  $\delta = k\lambda = \frac{ax_i}{D} \rightarrow x_i = \frac{k\lambda D}{a}$

Pour la frange brillante consécutive :  $x_{i+1} = \frac{(k+1)\lambda D}{a}$

$$\text{Alors } i = x_{i+1} - x_i = \frac{(k+1)\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

#### 5.1.3.1 :

Pour minimiser l'incertitude sur la mesure.

#### 5.1.3.2 :

$$i = \frac{d}{6} = \frac{\lambda D}{a} \rightarrow \lambda = \frac{da}{6D} = \frac{28,5 \cdot 10^{-3} \times 0,20 \cdot 10^{-3}}{6 \times 1,5} = 633 \text{ nm}$$

### 5.2.1 :

$$W_S = 1,8 \text{ eV}$$

$$W_S = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{W_S} = 6,89 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 689 \text{ nm}$$

$\lambda < \lambda_0 \rightarrow$  il y a une extraction d'électrons de la cellule photoélectrique.

### 5.2.2 :

$$E_{C\max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = hc \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

$$E_{C\max} = 2,55 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,16 \text{ eV}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{C\max}}{m}} = 2,37 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

**SCIENCES PHYSIQUES**Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**EXERCICE 1 (04 points)**

La fonction amine recouvre un ensemble très étendu de composés organiques azotés dont l'intérêt réside, entre autres, dans l'utilisation qu'on en fait dans l'industrie.

La méthylamine et l'éthylamine sont utilisées comme solvants et comme matières premières dans la synthèse de colorants et d'insecticides. Quant à la diéthylamine ou N - éthyléthanamine, de formule brute  $C_4H_{11}N$ , elle est utilisée comme inhibiteur de corrosion dans la fabrication de résines ainsi que dans le domaine pharmaceutique. On pourrait citer bien d'autres utilisations industrielles des amines.

**1.1** Ecrire la formule semi développée de la diéthylamine. Préciser la classe de l'amine. (0,5 pt)

**1.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction de la diéthylamine avec l'eau. Préciser les couples acide base mis en jeu. (01 pt)

**1.3** La solution obtenue est-elle acide, basique ou neutre ? Justifier la réponse. Proposer une expérience simple permettant de vérifier cela. (01 pt)

**1.4** On dispose au laboratoire, d'une solution de diéthylamine peu diluée. La concentration molaire volumique de la solution est  $C_1$ .

**1.4.1** Faire l'inventaire des espèces chimiques en solution. (0,25 pt)

**1.4.2** Rappeler l'expression du produit ionique de l'eau  $K_e$  et donner sa valeur à 25°C. (0,25 pt)

**1.4.3** Quelle relation existe-il entre le pH de la solution, le  $pK_a$  du couple ion diéthylammonium / diéthylamine, la concentration en diéthylamine et la concentration en ion diéthylammonium dans la solution à l'équilibre? (0,25 pt)

**1.4.4** En usant des approximations qu'il est légitime de faire, montrer que le pH de la solution de diéthylamine peut se mettre sous la forme :  $pH = \frac{1}{2}(pK_e + pK_a - pC_1)$  ; relation où  $pC_1 = -\log C_1$

Calculer alors le pH d'une solution de diéthylamine à  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ ; on prendre  $pK_a = 10,5$  (0,75 pt)

**EXERCICE 2 (04 points)**

Au laboratoire, on se propose d'étudier la cinétique de la réaction de saponification du benzoate de 1-méthyl éthyle de formule semi-développée  $C_6H_5-CO_2-CH(CH_3)_2$  par l'hydroxyde de sodium. Pour cela, à une date prise comme origine des temps  $t = 0$ , on mélange 100 mL d'une solution de benzoate de 1-méthyl éthyle de concentration égale à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et 100 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration égale à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le mélange est maintenu à 50°C, sous agitation permanente. On prélève à différentes dates  $t$ , un volume  $v = 10 \text{ mL}$  de ce mélange. Chaque prélèvement est aussitôt versé dans un erlenmeyer contenant de l'eau glacée et on dose la quantité d'hydroxyde de sodium restante à l'aide d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , l'indicateur coloré étant le bleu de bromothymol.

**2.1** Montrer que la concentration initiale  $[HO^-]_0$  des ions  $HO^-$  dans le mélange est de  $5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  (0,25 pt)

**2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. Préciser la couleur de la solution obtenue à l'équivalence. (0,50 pt)

**2.3** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le benzoate de 1- méthyl éthyle et l'hydroxyde de sodium, et préciser ses caractéristiques. (0,50 pt)

**2.4** Les résultats du dosage sont regroupés dans le tableau suivant,  $V_a$  étant le volume d'acide versé à l'équivalence du dosage d'un prélèvement et  $C$  la concentration de l'alcool formé.

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
$V_a$ (mL)		22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0
$C$ ( $10^{-3} \text{ mol/L}$ )	0										

**2.4.1** Montrer que la concentration de l'alcool dans le prélèvement est donnée par l'expression :

$$C = [\text{HO}^-]_0 - \frac{C_a V_a}{V} \quad (0,50 \text{ pt})$$

**2.4.2** Recopier puis compléter le tableau. Tracer le graphe  $C = f(t)$  avec les échelles suivantes :

1 cm pour 4 min ; 2 cm pour  $4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . (01 pt)

**2.4.3** Définir la vitesse volumique instantanée de formation de l'alcool et déterminer sa valeur à  $t_1 = 4 \text{ min}$  et à  $t_2 = 32 \text{ min}$ . Justifier l'évolution constatée pour cette vitesse. (0,75 pt)

**2.4.4** On reprend la même étude à  $30^\circ\text{C}$ , les valeurs du volume  $V_a$  mesurées pour les mêmes dates sont-elles plus grandes ou plus petites qu'à  $50^\circ\text{C}$  ? Justifier la réponse. (0,50 pt)

### EXERCICE 3 (04 points)

*Uranus est la 7<sup>e</sup> planète du système solaire. Elle a été découverte en 1781 par William Herschelle. Elle fut mieux connue par l'homme grâce à son survol, en 1986, par la sonde Voyager II. Uranus met 84 ans pour faire un tour complet autour du soleil. Les cinq plus gros satellites de la planète Uranus ont été découverts grâce aux observations depuis la Terre entre 1787 et 1948. Il s'agit de : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania et Obéron.*

Le tableau qui suit précise le rayon de la trajectoire de l'orbite décrite par chaque satellite autour d'Uranus et la période de révolution (durée d'un tour autour d'Uranus) :

Satellite	Rayon de l'orbite $r$ ( $10^6 \text{ m}$ )	Période de révolution $T$ (jour)
MIRANDA	129,8	1,4
ARIEL	191,2	2,52
UMBRIEL	266,0	4,14
TITANIA	435,8	8,71
OBERON	582,6	13,50

Dans tout le problème, on suppose que la répartition de masse des astres est à symétrie sphérique. Les mouvements des différents satellites d'Uranus sont étudiés dans le référentiel « Uranocentrique » supposé galiléen. On donne :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ . On prendra 1 jour = 86400 s.

**3.1** On se propose de déterminer la vitesse d'un satellite d'Uranus. On admet que le centre d'inertie du satellite effectue un mouvement circulaire dans le référentiel « Uranocentrique ».

**3.1.1** Rappeler la définition d'un référentiel géocentrique. Définir, par analogie, le référentiel « Uranocentrique ». (0,50 pt)

**3.1.2** Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,75 pt)

**3.1.3** Etablir l'expression de la vitesse  $V$  du centre d'inertie du satellite en fonction du rayon  $r$  de sa trajectoire et de sa période  $T$  de révolution. (0,25 pt)

**3.1.4** Faire l'application numérique pour le satellite Umbriel. (0,25 pt)

**3.2** Dans la suite, on cherche à déterminer la masse  $M$  d'Uranus par deux méthodes.

#### **3.2.1 Méthode graphique.**

La courbe de la fonction  $V^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$  où  $V$  est la vitesse du satellite dans le référentiel « Uranocentrique »

et  $r$  le rayon de l'orbite autour d'Uranus est représentée à la page 4.

**a)** Etablir l'expression de la vitesse  $V$  en fonction de  $G$ ,  $M$  et  $r$ . (0,25 pt)

**b)** En vous aidant de la courbe, déterminer la masse d'Uranus (il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie ; on expliquera seulement le mode d'exploitation). (0,50 pt)

#### **3.2.2 Utilisation de la troisième loi de Kepler**

**a)** Etablir la 3<sup>e</sup> loi de Kepler  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  (0,50 pt)

**b)** En utilisant les informations données sur les satellites, montrer, aux erreurs d'expériences près, que le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$  est une constante dont on donnera la valeur numérique. (0,50 pt)

**c)** En déduire la masse d'Uranus et comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode graphique. (0,50 pt)  
.../... 3

**EXERCICE 4 (04 points)**

Soit le montage électrique schématisé ci-contre permettant d'étudier le comportement d'un condensateur de capacité  $C = 10 \mu F$ . Le générateur maintient entre ses bornes une tension constante de valeur  $E = 6,0 V$ . L'inductance de la bobine est  $L = 0,10 H$ . La résistance du conducteur ohmique vaut  $R = 10 \Omega$ .

**4.1** Le condensateur étant initialement déchargé, on le charge en fermant  $K_1$  et en maintenant  $K_2$  ouvert.

L'opération de charge étant terminée, indiquer, justifications à l'appui, les valeurs des grandeurs électriques suivantes :

- la tension aux bornes du condensateur,
- la charge du condensateur,
- l'intensité du courant circulant dans le conducteur ohmique,
- la tension aux bornes du conducteur ohmique.

**(01 pt)**

**4.2** Maintenant on ouvre l'interrupteur  $K_1$  et on ferme l'interrupteur  $K_2$  à un instant de date  $t = 0$ .

Pour cette question on suppose que la résistance de la bobine est nulle.

**4.2.1** Quel phénomène se produit alors ?

**(0,25 pt)**

**4.2.2** Donner l'expression de la tension instantanée aux bornes du condensateur en fonction de la charge  $q$  du condensateur et celle de la tension instantanée aux bornes de la bobine en fonction de  $\dot{q}$  (dérivée seconde de  $q$  par rapport au temps), compte tenu de l'orientation choisie pour l'intensité instantanée  $i$  (voir figure)

**(0,5 pt)**

**4.2.3** En déduire l'expression de l'équation différentielle du circuit vérifiée par la tension  $U_C$  aux bornes du condensateur.

**(0,25 pt)**

**4.2.4** Donner la solution littérale de cette équation différentielle et dessiner l'allure de la courbe donnant les variations de la tension  $U_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps.

**(0,50 pt)**

**4.2.5** Calculer la période propre  $T_0$  des oscillations qui ont ainsi pris naissance dans le circuit.

**(0,25 pt)**

**4.3** En réalité la bobine a une résistance  $R' = 40 \Omega$ , on charge d'abord le condensateur comme décrit en 4.1), puis on ouvre  $K_1$  et ferme  $K_2$ .

**4.3.1** Etablir l'équation différentielle relative à la charge  $q$  du condensateur à une date quelconque  $t$  puis en déduire celle relative à  $U_C$ .

**(0,25 pt)**

**4.3.2** Comment varie l'énergie totale du circuit ? Justifier.

**(0,25 pt)**

**4.3.3** La pseudo-pulsation  $w_1$  des oscillations électriques est donnée :  $w_1^2 = w_0^2 - \left(\frac{R'}{2L}\right)^2$ , relation où

$w_0$  est la pulsation propre. Calculer la pseudo-période  $T_1$ . La comparer à  $T_0$ .

**(0,25 pt)**

**4.3.4** Donner l'allure de la courbe  $q = f(t)$  dans un intervalle de temps  $\Delta t = 3 T_1$  (on donnera la valeur initiale de la charge et l'allure de la courbe sans faire de calculs intermédiaires de charges)

**(0,50 pt)****EXERCICE 5 (04 points)**

Une des principales sources d'exposition de l'homme aux rayonnements ionisants est un élément radioactif naturel, désigné par les scientifiques sous le nom de "radon 222". Il se désintègre en émettant des particules  $\alpha$  (alpha). On ne l'observerait pas dans notre environnement s'il ne s'en formait pas en permanence. Le radon est le seul des descendants de l'uranium à être gazeux, ce qui lui permet de passer dans l'atmosphère en s'échappant des roches du sous-sol. Il peut donc s'infiltrer dans la moindre fissure des constructions et s'accumuler dans les pièces non aérées, comme les caves et les sous-sols. Les sols granitiques, plus riches en uranium, libèrent davantage de radon que les sols sédimentaires.

Au danger du radon s'ajoute celui de ses descendants solides qui, inhalés avec lui sous forme de poussières, émettent des rayonnements ionisants.

**Données :**

Le tableau suivant donne le numéro atomique, le symbole et le nom de quelques éléments chimiques.

Z	83	84	85	86	87	88	89
symbole	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac
Nom	Bismuth	Polonium	Astate	Radon	Francium	Radium	Actinium

.../... 4

**5.1.** En vous servant des informations du texte et de l'extrait de classification périodique, écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à la désintégration du " radon 222 ".

On supposera que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité.

(0,25 pt)

**5.2.** Expliquer brièvement pourquoi l'état gazeux du radon le rend dangereux.

(0,25 pt)

**5.3** Pour suivre l'évolution de l'activité d'un échantillon de radon 222, on enferme à la date  $t = 0$ , dans une ampoule, un volume de  $0,20 \text{ cm}^3$  de radon radioactif à la pression de 0,1 bar et à la température de  $30^\circ\text{C}$ .

Ce gaz monoatomique est considéré comme parfait.

**Données :** 1 bar =  $10^5 \text{ Pa}$  ; constante du gaz parfait :  $R = 8,314 \text{ SI}$  ; loi du gaz parfait :  $PV = n RT$  ; constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**5.3.1** Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux radon présents dans l'ampoule à l'instant initial. (0,50 pt)

**5.3.2** On mesure l'activité  $A$  de l'échantillon à différentes dates  $t$  ; les résultats sont regroupés ci-après.

t (jours)	0	10	12	20	30	40	50	60	70
A (Bq)		$1,65 \cdot 10^{11}$	$1,15 \cdot 10^{11}$	$2,73 \cdot 10^{10}$	$4,51 \cdot 10^9$	$7,46 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$	$2,03 \cdot 10^7$	$3,37 \cdot 10^6$

**5.3.2.1** Définir l'activité  $A$  d'une substance radioactive et établir l'expression donnant  $A$  à une date  $t$  en fonction de sa valeur initiale  $A_0$  et de la constante radioactive  $\lambda$ .

(0,50 pt)

**5.3.2.2** De l'examen du tableau dire dans quel sens varie l'activité  $A$  au cours du temps (il n'est pas demandé de tracer une courbe). Ce sens de variation est-il en accord avec l'expression établie à la question précédente ?

(0,50 pt)

**5.3.2.3** La courbe  $\ln A = f(t)$  est représentée ci-dessous. Déterminer par exploitation de la courbe :

**a)** la valeur de la constante radioactive  $\lambda$  du radon 222,

(0,50 pt)

**b)** l'activité initiale  $A_0$  de l'échantillon étudié

(0,25 pt)

(On expliquera le mode d'exploitation mais il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie)

**5.3.2.4** Quelle valeur de  $A_0$  obtient-on par calcul à partir de  $\lambda$  et  $N_0$  ? Comparer ce résultat avec la valeur déduite de la courbe. Conclure.

(0,50 pt)

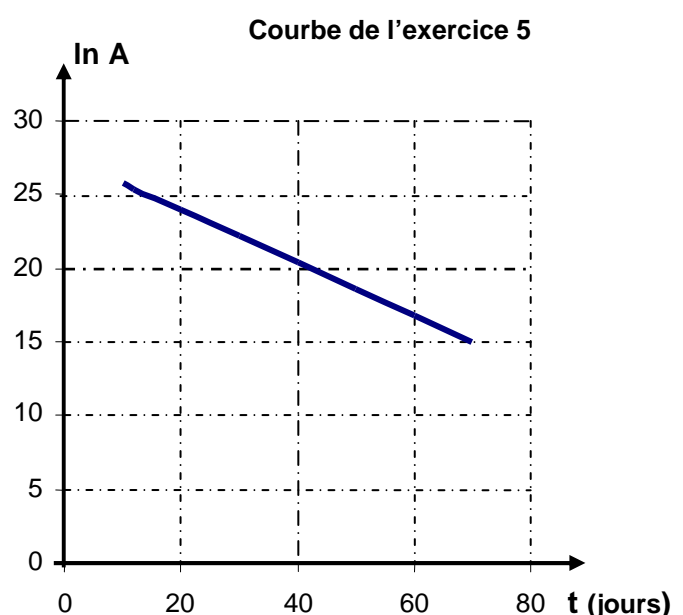
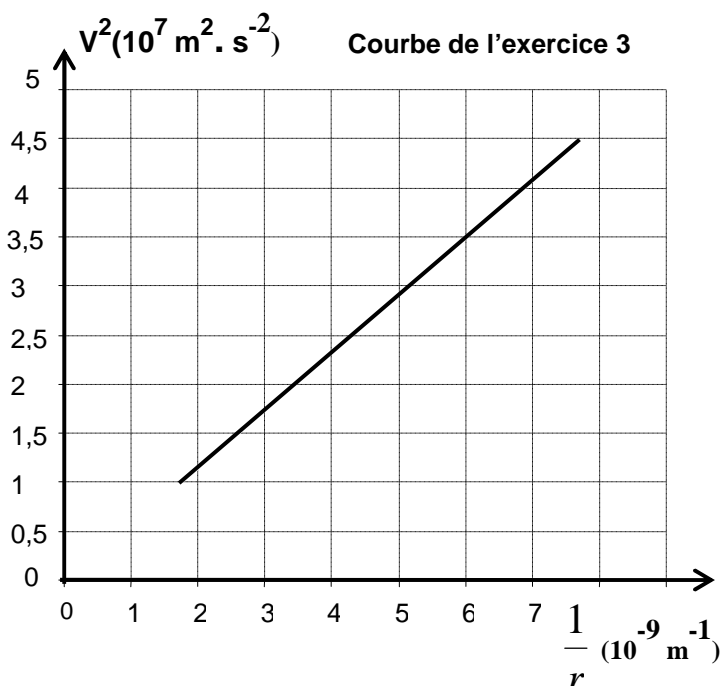
**5.3.2.5** Calculer la demi-vie du radon 222.

(0,25 pt)

**5.3.2.6** Calculer le nombre de noyaux de radon 222 présents dans l'ampoule six mois plus tard.

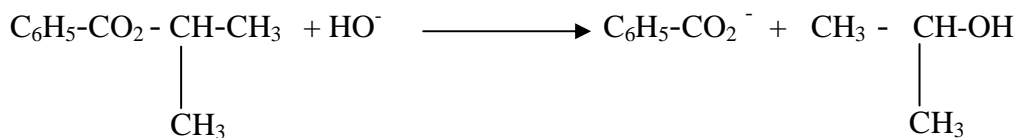
Quelle est alors l'activité de l'échantillon en ce moment ? Conclure.

(0,50 pt)



**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE S2****EXERCICE 1 (04 points)****1.1** Formule semi-développée de la N-éthyléthanamine :  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-C}_2\text{H}_5$  ou encore Et-NH-Et. Dans la suite on adopte la notation simplifiée  $(\text{Et})_2\text{NH}$  **(0,5 pt)****1.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction  $(\text{Et})_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{Et})_2\text{NH}_2^+ + \text{HO}^-$ **1.3** .  
Couples acide base mis en jeu :  $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$  et  $(\text{Et})_2\text{NH}_2^+ / (\text{Et})_2\text{NH}$  **(01 pt)****1.4** Solution basique du fait de la prépondérance des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  devant les ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Vérification possible en ajoutant quelques gouttes d'indicateur coloré approprié tel que le bleu de bromothymol. On obtiendrait une coloration bleue, teinte basique du BBT. **(01 pt)****1.5** .**1.5.1** Inventaire des espèces chimiques en solution :  $(\text{Et})_2\text{NH}_2^+$  ;  $(\text{Et})_2\text{NH}$  ;  $\text{HO}^-$  ;  $\text{H}_3\text{O}^+$  ( $\text{H}_2\text{O}$  est ultramajoritaire) **(0,25 pt)****1.5.2**  $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = \text{constante à une température donnée. A } 25^\circ\text{C on a } K_e = 10^{-14}$  **(0,25 pt)****1.4.3**  $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[(\text{Et})_2\text{NH}]}{[(\text{Et})_2\text{NH}_2^+]}$  **(0,25 pt)****1.4.4** L'équation d'électroneutralité conduit à  $[(\text{Et})_2\text{NH}_2^+] \approx [\text{HO}^-]$  en considérant que  $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{HO}^-]$ L'équation de conservation de la matière conduit à :  $[(\text{Et})_2\text{NH}] \approx [(\text{Et})_2\text{NH}]_i = C_1$ En remplaçant dans la relation précédente on obtient :  $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{C_1}{[\text{HO}^-]}$ Tenant compte de l'expression de  $K_e$  donnée en 1.5.2) on aboutit à :  $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_e + \text{p}K_a - \text{p}C_1)$  ; avec $\text{p}C_1 = -\log C_1$ Pour  $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , le calcul donne **pH = 11,7** **(0,75 pt)****EXERCICE 2 (04 points)****2.1**  $[\text{HO}^-]_0 = \frac{n(\text{HO}^-)}{V_{\text{total}}} = \frac{CV}{2V} = \frac{C}{2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  **(0,25 pt)****2.2** Equation-bilan de la réaction de dosage  $\text{HO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ A l'équivalence la solution est neutre puisqu'il s'agit d'un mélange d'acide fort et de base forte à l'équivalence ; donc la solution prend la teinte neutre du BBT, soit la coloration verte. **(0,50 pt)**

## 2.3



La réaction est lente et totale.

(0,50 pt)

## 2.4

**2.4.1** On a :  $n(\text{alcool}) = n(\text{HO}^-)_{\text{réagi}} = n(\text{HO}^-)_{\text{initial}} - n(\text{HO}^-)_{\text{restant}}$

En divisant par le volume  $v$  on obtient :

$$C = [\text{HO}^-]_0 - \frac{C_a V_a}{v}$$

(0,50pt)

**2.4.2** On complète le tableau. On obtient :

(01 pt)

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Va (mL)		22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0
C ( $10^{-3}$ mol/L)	0	6	10	14	17	20	22,4	24,4	26	27	28

La courbe  $C = f(t)$  a l'allure suivante :

**2.4.3**  $V(\text{alcool}) = \frac{dC}{dt}$

A chaque instant  $v(\text{alcool})$  correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $C = f(t)$  à cette date.

A  $t_1 = 4$  min on trouve  $V(\text{alcool})_1 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

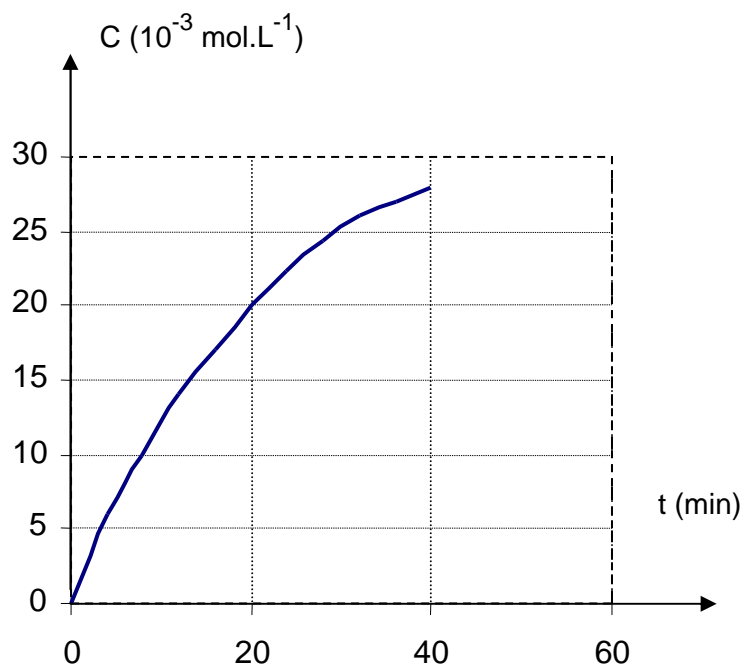
A  $t_2 = 32$  min.  $V(\text{alcool})_2 = 3.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

$V(\text{alcool})$  diminue car la concentration des réactifs diminue.

(0,75 pt)

**2.4.4** A  $30^\circ\text{C}$  la température du mélange est plus faible, la vitesse de réaction serait alors plus faible aux mêmes dates, la quantité de soude qui reste serait plus grande donc le volume d'acide nécessaire pour doser la soude serait plus grand.

(0,50 pt)



## EXERCICE 3

(04 points)

### 3.1

**3.1.1** Un référentiel géocentrique a pour origine le centre de la terre et comprend trois axes orientés vers trois étoiles lointaines. Par analogie le référentiel « Uranocentrique » a pour origine le centre d'Uranus et comprend trois axes orientés vers trois étoiles lointaines.

(0,50 pt)

### 3.1.2

- Référentiel uranocentrique : galiléen
- Système : satellite

- Forces appliquées : force gravitationnelle  $\vec{F} = m\vec{g}$



. - On applique la deuxième loi de Newton.  $\vec{F} = m\vec{a}$

D'où l'on tire  $\vec{a} = \frac{GM \vec{u}}{r^2}$  d'où  $\vec{a}$  est centripète ; par conséquent  $a_r = \frac{dV}{dt} = 0$

Impliquant que  $V = \text{constante}$  ; le mouvement est uniforme

(0,75 pt)

**3.1.3**  $T$  est la durée d'un tour ; d'où  $T = \frac{2\pi r}{V}$  et  $V = \frac{2\pi r}{T}$  Etablir l'expression de la vitesse  $V$  du

centre d'inertie du satellite en fonction du rayon  $r$  de sa trajectoire et de sa période  $T$  de révolution.

(0,25 pt)

**3.1.4** On trouve pour le satellite Umbriel.  $V = 4,7 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$ .

(0,25 pt)

### 3.2.

#### 3.2.1 Méthode graphique.

**a)**  $a = a_n = \frac{V^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$  d'où  $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  (0,25 pt)

**b)** De l'expression précédente on tire :  $V^2 = \frac{GM}{r}$  d'où  $V^2$  est une fonction linéaire de  $\frac{1}{r}$ , ce qui en

adéquation avec la courbe  $V^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$  donnée en annexe qui est une droite passant par l'origine et dont

l'équation s'écrit :  $V^2 = k \cdot \frac{1}{r}$ . La constante  $k$  est le coefficient directeur de la droite.

$$K = \frac{\Delta(V^2)}{\Delta(1/r)} = 6,1 \cdot 10^{15}$$

Par identification on a :  $GM = k$  ; d'où  $M = \frac{k}{G}$  ; AN :  $M = 9 \cdot 10^{25} \text{ kg}$ . (0,50 pt)

#### 3.2.2 Utilisation de la troisième loi de Kepler

**a)** On a  $T = \frac{2\pi r}{V}$  et  $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  ; d'où l'on tire :  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  (0,50 pt)

**b)** On calcule  $\frac{T^2}{r^3}$  pour les différents satellites. On obtient :

Satellite	Rayon de l'orbite $r$ ( $10^6 \text{ m}$ )	Période de révolution $T$ (jour)	$\frac{T^2}{r^3}$
MIRANDA	129,8	1,4	$6,7 \cdot 10^{-15}$
ARIEL	191,2	2,52	$6,8 \cdot 10^{-15}$
UMBRIEL	266,0	4,14	$6,8 \cdot 10^{-15}$
TITANIA	435,8	8,71	$6,8 \cdot 10^{-15}$
OBERON	582,6	13,50	$6,9 \cdot 10^{-15}$

Le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$  est une constante de valeur moyenne  $6,8 \cdot 10^{-15}$  (0,50pt)

c) On a  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  d'où l'on déduit  **$M = 8,8.10^{25} \text{ kg}$**  ; ce résultat est concordant à celui de la question b) du 3.2.1). **(0,50pt)**

#### **EXERCICE 4 (04 points)**

##### **4.1**

- la tension aux bornes du condensateur :  $U_{c0} = E = 6 \text{ V}$
- la charge du condensateur :  $Q_0 = C U_{c0} = 6.10^{-5} \text{ C}$
- l'intensité du courant circulant dans le conducteur ohmique :  $I_0 = 0$
- la tension aux bornes du conducteur ohmique.  $U_R = 0$  **(01 pt)**

##### **4.2**

**4.2.1** Décharge oscillante du condensateur : la bobine ayant une résistance nulle, le circuit est siège d'oscillations électriques libres non amorties. **(0,25 pt)**

**4.2.2** Aux bornes du condensateur :  $U_c = \frac{q}{C}$

Aux bornes de la bobine on a :  $U_b = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2 q}{dt^2} = LC \frac{d^2 U_c}{dt^2}$  **(0,5 pt)**

**4.2.3** On a :  $U_c + U_b = 0$  d'où l'on tire :  $LC \frac{d^2 U_c}{dt^2} + U_c = 0$  **(0,25 pt)**

**4.2.4** Solution de la forme :  $U_c = U_{c\max} \cos(\omega t + \psi)$

La courbe donnant les variations de la tension  $U_c$  en fonction de  $t$  est une sinusoïde : **(0,50 pt)**

**4.2.5**  $T_0 = 2 \pi \sqrt{LC} = 6,28.10^{-3} \text{ s}$ . **(0,25 pt)**

##### **4.3**

**4.3.1**  $U_b' = R' i + L \frac{di}{dt}$  et  $U_c = \frac{q}{C}$  conduisent à :  $LC \frac{d^2 U_c}{dt^2} + R' C \frac{dU_c}{dt} + U_c = 0$  **(0,25 pt)**

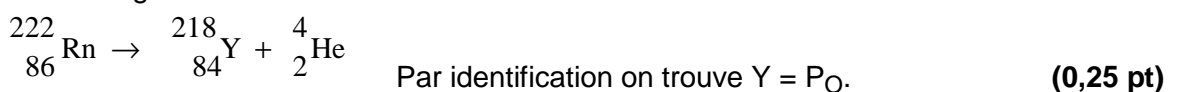
**4.3.2** L'énergie totale du circuit diminue par dissipation par effet joule à cause de la résistance  $R'$  de la bobine. **(0,25 pt)**

**4.3.3** on a :  $T_1 = \frac{2\pi}{w_1}$  : le calcul donne :  $T_1 = 6,4.10^{-3} \text{ s}$  ; donc  $T_1 \approx T_0$  . **(0,25 pt)**

**4.3.4** Sinusoïde dont l'amplitude décroît du fait de l'amortissement. **(0,50 pt)**

#### **EXERCICE 5 (04 points)**

##### **5.1. Equation de désintégration du radon 222**



**5.2.** L'état gazeux du radon le rend dangereux à cause de la facilité d'infiltration dans les moindres fissures **(0,25 pt)**

**5.3**  $N_0 = n N_A = \frac{PV}{RT} \cdot N_A$  ; d'où  **$N_0 = 4,8 \cdot 10^{17}$  noyaux** (0,50 pt)

### 5.3.2

**5.3.2.1** L'activité A est le nombre de désintégrations par seconde.

$A = - \frac{dN}{dt} = \lambda N$  ; par intégration on obtient :  **$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$**  (0,50 pt)

**5.3.2.2** L'activité décroît au cours du temps d'après le tableau. Ce qui est en accord avec l'expression établie à la question précédente (0,50 pt).

### 5.3.2.3

a) et b) La courbe  $\ln A = f(t)$  est une droite affine de pente négative ; d'où  $\ln A = k t + b$  (1)

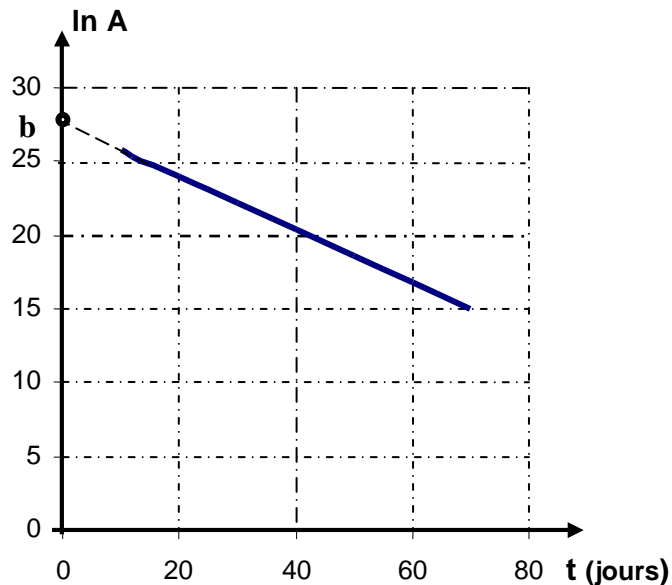
Avec  $k = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} = -0,18 \text{ jour}^{-1}$  et  $b = \text{ordonnée à l'origine} = 27,65$

De l'expression  $A = A_0 e^{-\lambda t}$  on déduit  $\ln A = \ln A_0 - \lambda t$  (2)

Les relations (1) et (2) donnent par identification on déduit :

$-\lambda = -k$  d'où  **$\lambda = 0,18 \text{ jour}^{-1}$**  (0,50 pt)

$\ln A_0 = b = 27,65$  impliquant que  $A_0 = e^{27,65}$  d'où  **$A_0 = 10^{12} \text{ bq}$**  (0,25 pt).



**5.3.2.4**  $A_0 = \lambda N_0$  . En remplaçant on trouve :  $A_0 = 10^{12} \text{ bq}$  . On trouve la même valeur. (0,50 pt)

**5.3.2.5**  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 3,85 \text{ jours}$  (0,25 pt)

**5.3.2.6** En faisant  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  on trouve  $N \approx 0$  s'où  $A \approx 0$ . Il n'y a plus de noyaux radioactifs dans l'ampoule, la substance n'est plus active. (0,50pt)

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04,5 points)**

Les alcools sont présents dans la nature, ils entrent dans la constitution de divers organes végétaux et animaux. Ils sont d'une importance toute particulière dans le monde industriel avec la préparation de détergents et autres composés tensioactifs.

Au laboratoire, ils sont principalement utilisés comme solvants et comme intermédiaires de synthèse. Aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, esters...autant de composés qui peuvent être obtenus des alcools.

**1.1** Au cours d'une séance de travaux pratiques on veut identifier trois alcools notés A, B et C. On donne trois formules moléculaires brutes  $C_2H_6O$  ;  $C_3H_8O$  et  $C_4H_{10}O$ .

Chacune de ces formules peut être celle de l'alcool A, de l'alcool B ou de l'alcool C.

Pour identifier ces alcools on a réalisé les tests suivants :

- Premier test :

On fait l'oxydation ménagée des alcools à l'aide du dichromate de potassium en milieu acide et on constate que :

- A ne donne pas de réaction.
- B et C réagissent pour donner respectivement les produits organiques B' et C'.

- Deuxième test :

Les produits B' et C' donnent avec la dinitrophénylhydrazine (DNPH) un précipité jaune ; mais seul B' rosit le réactif de Schiff.

**1.1.1** Donner, en justifiant, les fonctions chimiques de B' et C' (0,50 point)

**1.1.2** En déduire les classes des alcools A, B et C. (0,75 point)

**1.1.3** Identifier les alcools en donnant leurs formules semi-développées et leurs noms. (0,75 point)

**1.1.4** Ecrire les demi-équations électroniques des couples B'/B et  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$  puis l'équation-bilan de la réaction de B avec l'ion dichromate. (0,75 point)

**1.2** On étudie ensuite la cinétique de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'alcool  $C_2H_6O$ .

On réalise un mélange contenant 1 mole d'alcool et 1 mole d'acide et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le mélange est réparti dans 10 tubes à essais que l'on place ensuite dans un bain-marie à la température de 100°C.

A une date t, on prend un tube que l'on place dans de l'eau glacée et le contenu est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration connue afin de déterminer le nombre  $n_{ac}$  de mole d'acide restant.

**1.2.1** Trouver dans le protocole expérimental les moyens utilisés pour augmenter la vitesse de la réaction. (0,25 point)

**1.2.2** Pourquoi utilise-t-on l'eau glacée ? (0,25 point)

**1.2.3** La connaissance de la quantité de matière  $n_{ac}$  d'acide restant a permis de déterminer la quantité de matière  $n_e$  d'ester formé au cours du temps et par suite de tracer la courbe d'estérification  $n_e = f(t)$  jointe en annexe (page 4).

a) Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester. (0,25 point)

b) Déterminer cette vitesse à  $t = 20$  min puis à  $t = 80$  min. Comment évolue la vitesse au cours du temps ? Pourquoi ? (01 point)

**EXERCICE 2 (03,5 points)**

Les protéines participent au fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques d'importance capitale. Ce sont des macromolécules de natures diverses ; et pourtant elles ne sont constituées qu'à partir d'une vingtaine de maillons élémentaires : les acides  $\alpha$  - aminés. Le nombre et l'ordre dans lesquels ces maillons sont liés caractérisent ces protéines.

**2.1** Dans ce qui suit on considère les acides  $\alpha$  - aminés de formule brute  $C_6H_{13}O_2N$ .

L'un de ces acides  $\alpha$  - aminés, l'acide 2-amino-3-méthylpentanoïque, usuellement appelé isoleucine, possède deux carbones asymétriques.

**2.1.1** Ecrire la formule semi-développée de l'isoleucine et marquer d'une croix chaque carbone asymétrique. **(0,50 point).**

**2.1.2** Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de trois acides  $\alpha$  - aminés isomères de l'isoleucine. **(01,5point).**

**2.2** En solution aqueuse, l'isoleucine donne un ion dipolaire appelé zwitterion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution.

Ecrire les équations des deux réactions du zwitterion sur l'eau. Attribuer aux couples acide-base du zwitterion les valeurs de  $pK_A$  :  $pK_1 = 2,2$  et  $pK_2 = 9,6$ . Quelle est l'espèce prépondérante dans le duodénum où le pH est voisin de 7,4 ? **(0,50 point)**

**2.3** On réalise une réaction de condensation entre l'isoleucine et la glycine de formule  $H_2N - CH_2 - CO_2H$ .

**2.3.1** Montrer que cette réaction de condensation conduit à deux dipeptides isomères  $P_1$  et  $P_2$ . Donner leur formule semi-développée en mettant en évidence la liaison peptidique. **(0,50 point)**

**2.3.2** On désire synthétiser un des dipeptides  $P_1$  ou  $P_2$ . Décrire le principe de la synthèse. **(0,50 point)**

### EXERCICE 3 **(04,5 points)**

En travaux pratiques un groupe d'élèves utilisent deux méthodes différentes pour déterminer la constante de raideur  $K$  d'un ressort à spires non jointives.

#### • 3.1. La méthode statique :

L'extrémité supérieure du ressort est fixée. A son extrémité libre, sont suspendues successivement des masses de différentes valeurs (figure a). Pour chaque masse  $m$  l'allongement  $\Delta l$  du ressort est mesuré à l'aide d'une règle (non représentée sur la figure). Le tableau de valeurs suivant est obtenu :

$m$ (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\Delta l$ (cm)	2,5	5,0	7,5	10	12,4	15,1	17,5	19,8

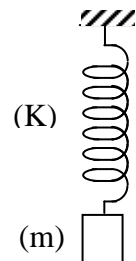


Figure a

**3.1.1** Tracer le graphe de l'allongement  $\Delta l$  en fonction de la masse  $m$ . En déduire la relation numérique entre  $\Delta l$  et  $m$ . **(0,75 point)**

**3.1.2** Sur un schéma, représenter les forces s'exerçant sur la masse  $m$ . Traduire alors la condition d'équilibre et en déduire l'expression de  $K$  en fonction de  $m$ ,  $\Delta l$  et l'intensité de la pesanteur  $g$ . **(0,75 point).**

**3.1.3** En déduire la valeur de la constante de raideur  $K$ . On prendra  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ . **(0,50 point)**

#### • 3.2. La méthode dynamique :

Dans cette partie le ressort précédent est utilisé pour réaliser un oscillateur horizontal. Le solide de masse  $M$ , de valeur inconnue, solidement lié au ressort, se déplace sur un support horizontal (figure b). Tous les frottements sont négligés. On utilise un axe  $X'X$

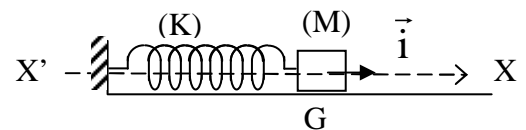


Figure b

horizontal orienté par le vecteur unitaire  $\vec{i}$  et on repère la position du centre d'inertie  $G$  du solide par son abscisse  $X$  sur cet axe.

A l'équilibre le ressort n'est ni comprimé, ni allongé et l'abscisse  $X$  est nulle (le point  $G$  est confondu avec l'origine de l'axe  $X'X$ ).

A un instant choisi comme origine des temps, la masse est écartée de sa position d'équilibre, et lâchée sans vitesse initiale.

**3.2.1** Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la masse  $M$  à un instant  $t$  donné et les représenter sur un schéma. **(0,50 point)**

**3.2.2** Par application du théorème du centre d'inertie appelé aussi deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle du mouvement.

En déduire l'expression de la période  $T_0$  des oscillations en fonction de la constante de raideur  $K$  et de  $M$ . **(0,50 point)**

**3.2.3** La mesure de 10 oscillations donne 10,6 s. Calculer  $T_0$ . **(0,25 point)**

**3.2.4** L'objet précédent de masse  $M$  est surchargé d'une masse  $m_1 = 20 \text{ g}$  fixée sur lui. Le système est à nouveau mis en oscillation comme précédemment. Cette fois la durée de 10 oscillations donne 10,7 s. Exprimer la nouvelle période  $T$  en fonction de  $K$ ,  $m_1$  et  $M$ . **(0,25 point)**

**3.2.5** En déduire l'expression de  $K$  en fonction de  $T_0$ ,  $T$  et  $m_1$ . **(0,50 point)**

**3.2.6** Calculer  $K$ . Comparer avec le résultat obtenu par la méthode statique. Expliquer. **(0,50 point)**

#### **EXERCICE 4 (04 points)**

**4.1** On réalise une expérience d'interférences en lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ . On utilise pour cela une fente source horizontale avec laquelle on éclaire deux fentes horizontales très fines  $F_1$  et  $F_2$  distantes de  $a = 200 \mu\text{m}$  et situées à égale distance de la source. A la distance  $D = 1 \text{ m}$  des fentes  $F_1$  et  $F_2$  on place un écran qui leur est parallèle et qui permet d'observer le phénomène d'interférences. On considère sur l'écran un axe  $Ox$  vertical, le point  $O$  se trouvant dans le plan médiateur des fentes  $F_1$  et  $F_2$ .

**4.1.1** Décrire et expliquer qualitativement l'aspect de l'écran. **(0,25 point)**

**4.1.2** Pourquoi utilise-t-on une fente source avant les fentes  $F_1$  et  $F_2$  ? **(0,25 point)**

**4.1.3** Etablir pour un point  $M$  de l'axe  $Ox$  d'abscisse  $x$ , la différence de marche  $\delta$  entre les rayons provenant de  $F_1$  et  $F_2$ . **(0,50 point)**

**4.1.4** Exprimer en fonction de  $\lambda$ ,  $D$ ,  $a$  et de l'entier  $k$ , l'abscisse d'un point de l'écran appartenant à une frange sombre et en déduire l'expression de l'interfrange  $i$ . **(0,50 point)**

**4.1.5** On mesure  $i = 2,74 \text{ mm}$ . Quelle est la longueur d'onde de la lumière utilisée ? **(0,25 point)**

**4.2** On utilise maintenant des filtres permettant de sélectionner différentes radiations monochromatiques. Pour chaque radiation, on mesure la distance correspondant à sept (7) interfranges et on consigne les résultats obtenus dans le tableau suivant :

$\lambda (\mu\text{m})$	0,470	0,520	0,580	0,610	0,650
$7 i (\text{mm})$	16,5	18,2	20,3	21,4	22,8
$i$					

**4.2.1** Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à 7 interfranges plutôt que celle de l'interfrange  $i$  ? **(0,25 point)**

**4.2.2** Compléter le tableau puis tracer la courbe représentative de la fonction  $i = f(\lambda)$ . **(0,50 point)**

Echelle :  $1 \text{ cm} \rightarrow 0,05 \mu\text{m}$  en abscisses;  $1 \text{ cm} \rightarrow 0,2 \text{ mm}$  en ordonnées

**4.2.3** L'expression de l'interfrange établie à la question 4.1.4 est elle en accord avec la courbe obtenue ? Justifier. **(0,25 point)**

**4.2.4** A partir de la courbe, c'est-à-dire graphiquement, déterminer :

a) L'interfrange obtenue à partir d'une radiation de longueur d'onde  $\lambda_1 = 0,600 \mu\text{m}$ . **(0,25 point)**

b) La longueur d'onde donnant un interfrange  $i_2 = 2,5 \text{ mm}$ . **(0,25 point)**

**4.3** On opère maintenant en lumière blanche.

**4.3.1** Décrire sommairement l'aspect de l'écran. **(0,25 point)**

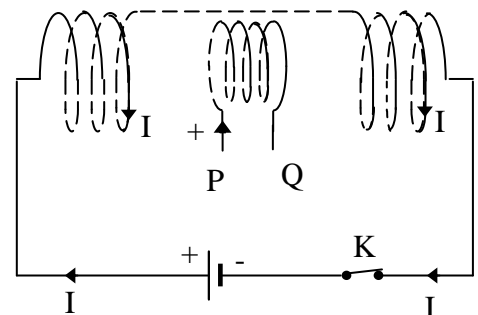
**4.3.2** On place dans le plan de l'écran, parallèlement aux fentes  $F_1$  et  $F_2$ , la fente d'un spectroscopie à  $12 \text{ mm}$  du point  $O$ . Calculer le nombre de radiations manquantes et les longueurs d'ondes correspondantes. Les limites du spectre visible sont  $0,4 \mu\text{m}$  et  $0,8 \mu\text{m}$ . **(0,50 point)**

#### **EXERCICE 5 (03,5 points)**

Une bobine circulaire PQ de résistance  $R_2 = 8 \text{ ohms}$  comportant  $N_2 = 50$  spires de diamètre  $d_2 = 5 \text{ cm}$  est placée comme indiqué sur la figure à l'intérieur d'un solénoïde de longueur  $\ell_1 = 50 \text{ cm}$ , comportant  $N_1 = 1000$  spires. L'axe de la bobine est parallèle à celui du solénoïde.

**5.1** Un générateur de courant continu débite un courant d'intensité  $I = 4 \text{ A}$  à travers le solénoïde. Déterminer alors les caractéristiques du champ magnétique  $\vec{B}$  créé à l'intérieur du solénoïde et représenter ce vecteur sur un schéma.

On donne : perméabilité du vide :  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$



**(01 point)**

**Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**

**5.2** Sans modifier le circuit, on réunit les extrémités P et Q de la bobine, puis on ouvre l'interrupteur K.

**5.2.1** Justifier le passage d'un courant induit dans la bobine PQ pendant l'ouverture du circuit et préciser son sens sur un schéma (le sens positif d'orientation de PQ est indiqué sur le schéma du montage). **(0,75 point)**

**5.2.2** Calculer la quantité d'électricité induite qui traverse la bobine PQ. **(0,50 point)**

**5.3** Le générateur linéaire est remplacé par un générateur basse fréquence qui délivre une intensité variable  $i = 5 \sin(100 \pi) t$ , expression où  $i$  est exprimée en ampère et  $t$  en seconde.

**5.3.1** Montrer que l'expression de la f.e.m d'induction qui apparaît dans la bobine est

$$e = - \frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi d^2}{4 \ell_1} \frac{di}{dt}, \text{ relation où } \frac{di}{dt} \text{ est la dérivée par rapport au temps de l'intensité } i$$

du courant

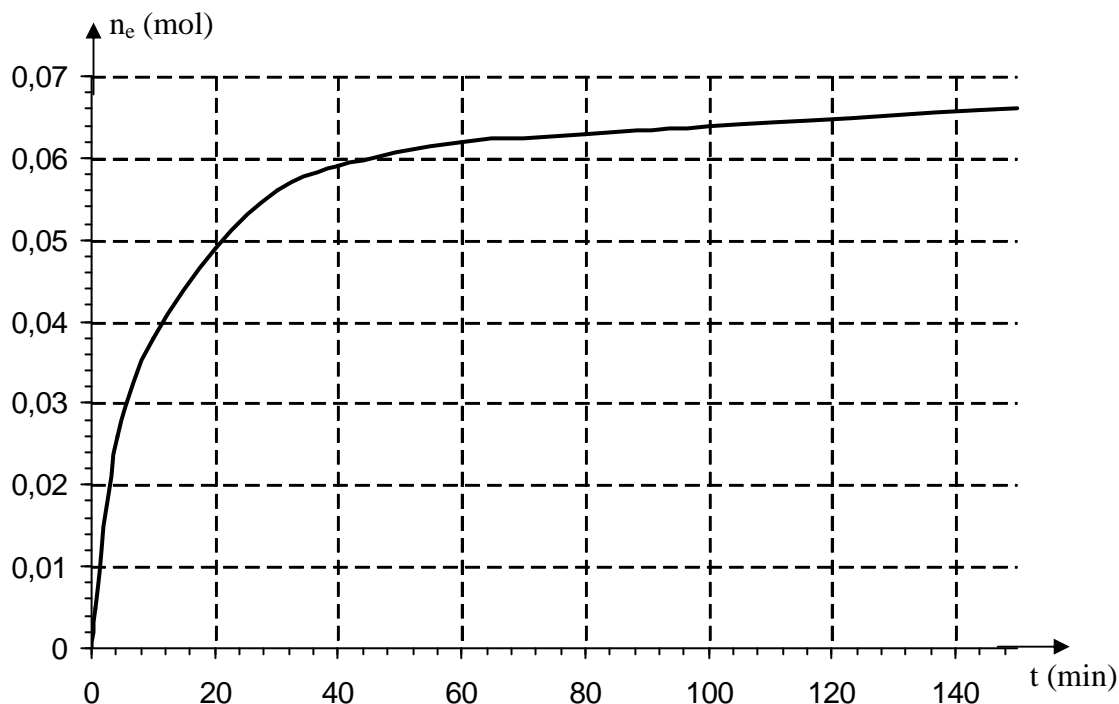
**(0,50 point)**

**5.3.2** On sépare les bornes P et Q de la bobine puis on relie la borne Q à la masse d'un oscilloscope, la borne P à la voie de déviation verticale YY' afin de visualiser la tension  $U_{PQ}$ .

Représenter la courbe observée sur l'écran en tenant compte des données ci-après : **(0,75 point)**

- largeur de l'écran : 10 cm
- hauteur de l'écran : 08 cm
- balayage horizontal : 5 ms/cm
- sensibilité verticale : 0,2 V/cm.

**Annexe : Courbe  $n_e = f(t)$  de l'exercice 1**



**FIN DE SUJET.**

Epreuve du 1<sup>er</sup> groupe**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04 points)**

Le transfert d'information lors de la communication entre les insectes, se fait par signaux chimiques entre individus, d'espèces différentes ou de même espèce au moyen d'une substance (ou un mélange de substances) appelée phéromone. Ce phénomène est très courant chez les êtres vivants.

Un individu **a** secrète en quantité très faible de la phéromone à l'extérieur ; celle-ci est perçue par un individu **b** de la même espèce chez lequel elle provoque une réaction comportementale spécifique, voire une modification physiologique.

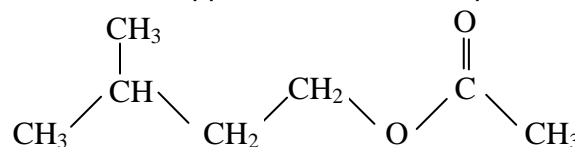
Le mot phéromone vient des mots grecs pherein (= transporter) et hormân (= exciter)

Certaines phéromones sont des signaux d'alarmes, d'autres permettent le marquage d'une piste, enfin certaines (attractives ou aphrodisiaques) attirent les insectes de sexe opposé en vue de la reproduction.

Voici quelques exemples de phéromones :

- Phéromone d'alarme de l'abeille :

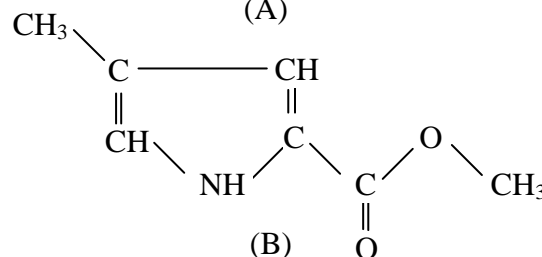
molécule A :  $C_7H_{14}O_2$



(A)

- Phéromone de piste de fourmi coupeuse de feuille : Atta Texana

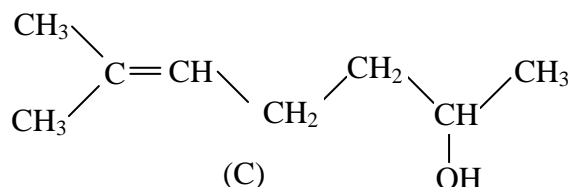
molécule B :  $C_7H_9O_2N$



(B)

Phéromone sexuelle d'un insecte nuisible pour les conifères :

molécule C :  $C_8H_{16}O$



(C)

1.1 Reproduire sur la copie les molécules A et C. Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents. **(0,5 point)**

1.2 La phéromone d'alarme A peut être synthétisée à partir d'un acide carboxylique et d'un alcool.

1.2.1 Ecrire les formules semi développées de l'acide et de l'alcool dont dérive A. Les nommer. **(0,5 point)**

1.2.2 Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation chimique de synthèse de la phéromone A. Comment nomme-t-on cette transformation ? Préciser ses caractéristiques. **(0,75 point)**

1.2.3 Avec quel catalyseur pourrait-on réaliser cette transformation chimique ? **(0,25 point)**

1.3 A partir de quels dérivés d'acide carboxylique peut-on synthétiser A avec le même alcool ? Indiquer les effets de ce changement de réactifs sur la transformation. **(0,5 point)**

1.4 On fait réagir une solution d'hydroxyde de sodium avec la phéromone B. Cette phéromone sera notée R - COOCH<sub>3</sub>. Comment appelle-t-on cette transformation ? Préciser ses caractéristiques. **(0,5 point)**

1.5 Une solution de la molécule C de concentration massique  $10^{-15}g.L^{-1}$  (appelée aussi sulcatrol car libérée par le Gnatotricus sulcatus) peut être utilisée par l'homme pour protéger les cultures des insectes nuisibles en les attirant soit loin des cultures que l'on veut protéger soit vers des pièges très sélectifs.



**1.5.1** Quels avantages de cette solution de phéromone peut-on tirer dans l'agriculture comparativement aux insecticides classiques ?

(0,75 point)

**1.5.2** Calculer la concentration molaire volumique de cette solution.

(0,25 point)

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

### EXERCICE 2 (04 points)

**2.1** On fabrique 100 mL d'une solution d'acide chlorhydrique  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  par dilution d'un volume  $V_1$  de solution chlorhydrique de concentration molaire  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Déterminer le volume  $V_1$ , et expliquer brièvement comment on réalise pratiquement cette opération.

(0,5 point)

**2.2** La solution d'acide chlorhydrique  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  est ajoutée progressivement à 20 mL d'une solution aqueuse de monoéthylamine ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ) dans le but de doser celle-ci.

Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de cette manipulation. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après où  $V_a$  représente le volume d'acide versé :

$V_a$ (mL)	0	5	10	15	20	25	30	35	36	38	40	43	45	50
pH	11,8	11,4	11,1	10,9	10,7	10,5	10,2	9,8	9,7	9,3	6,1	2,7	2,4	2,1

**2.2.1** Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

(0,25 point)

**2.2.2** Tracer la courbe  $\text{pH} = f(V_a)$ . On prendra comme échelles : en abscisses 1 cm pour 4 mL, en ordonnées 1 cm pour une unité de pH.

(0,75 point)

**2.2.3** Déterminer les coordonnées du point équivalent par une méthode que l'on précisera

(0,25 point)

**2.2.4** En déduire :

a) La concentration molaire  $C_b$  de la solution de monoéthylamine.

(0,25 point)

b) Le  $\text{pK}_a$  du couple associé à la monéthylamine.

(0,25 point)

**2.3** Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans le mélange lorsque le volume d'acide versé est de 30 mL. Retrouver la valeur du  $\text{pK}_a$  à l'aide des valeurs trouvées.

(0,5 point)

**2.4** On désire préparer une solution tampon.

**2.4.1** Qu'est ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ?

(0,5 point)

**2.4.2** Préciser la manière d'obtenir 100 mL d'une solution tampon à partir de la solution de monoéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ .

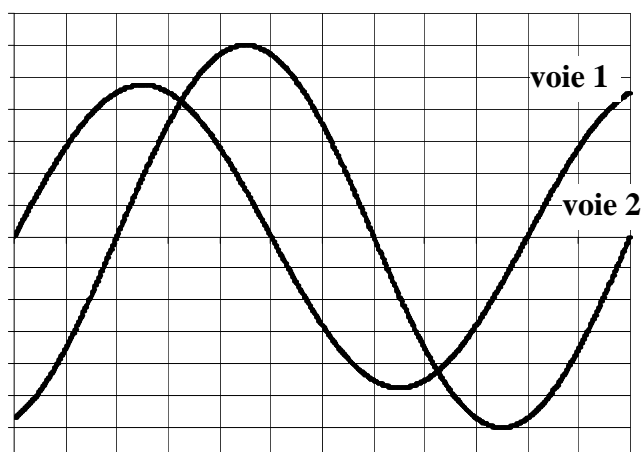
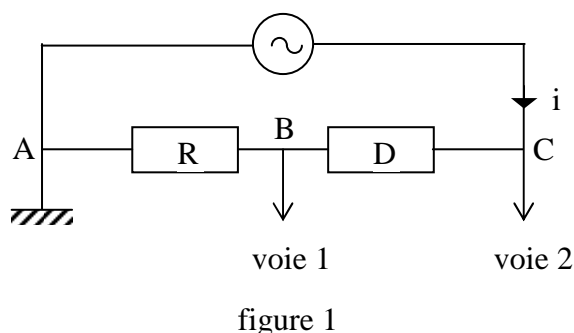
(0,75 point)

### EXERCICE 3 (04 points)

On considère un dipôle (D) de nature inconnue monté en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  et un générateur basse fréquence de tension sinusoïdale dont la fréquence et la tension efficace sont réglables.

On utilise un oscillographe dont les réglages sont les suivants : balayage horizontal ( $5 \cdot 10^{-2} \text{ ms / div}$ ), déviation verticale (pour la voie 1 :  $0,5 \text{ V / div}$  ; pour la voie 2 :  $1 \text{ V / div}$ )

On reproduit une photographie de l'écran lorsque l'oscillographe est branché selon le schéma ci-dessous. (voir figures 1 et 2)



Balayage :  $5 \cdot 10^{-2} \text{ ms/div}$

voie 1 :  $0,5 \text{ V/div}$     voie 2 :  $1 \text{ V/div}$

figure 2

**3.1 En déduire :**

- 3.1.1** la fréquence de la tension sinusoïdale ; **(0,25 point)**
- 3.1.2** les valeurs efficaces de l'intensité instantanée  $i(t)$  qui traverse le circuit et de la tension instantanée  $u_{CA}(t)$  aux bornes du générateur ; **(0,5 point)**
- 3.1.3** le déphasage  $\varphi$  de la tension  $u_{CA}(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$ . Préciser s'il y'a avance ou retard de  $u_{CA}(t)$  par rapport à  $i(t)$ . **(0,75 point)**
- 3.1.4** On envisage pour (D) certaines hypothèses :
- (D) est un conducteur ohmique,
  - (D) est une bobine de résistance  $r$  et d'auto inductance  $L$ ,
  - (D) est un condensateur,
  - (D) est une bobine de résistance  $r$  et d'auto inductance  $L$  en série avec un condensateur de capacité  $C$ .

Sans calcul et en justifiant les réponses, éliminer les hypothèses non vraisemblables. **(0,75 point)**

**3.2** La tension aux bornes du générateur étant maintenue constante à la valeur  $U_0 = 12V$ , on fait varier la fréquence et on relève à chaque fois la valeur de l'intensité efficace.

Pour une fréquence  $N_0 = 2150$  Hz, on constate que l'intensité efficace passe par un maximum de valeur  $I_0 = 107$  mA.

- 3.2.1** Quelle est la nature du dipôle (D) ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**
- 3.2.2** En déduire toutes les valeurs numériques qui le caractérisent. **(01,25 point)**

**EXERCICE 4 (04 points)**

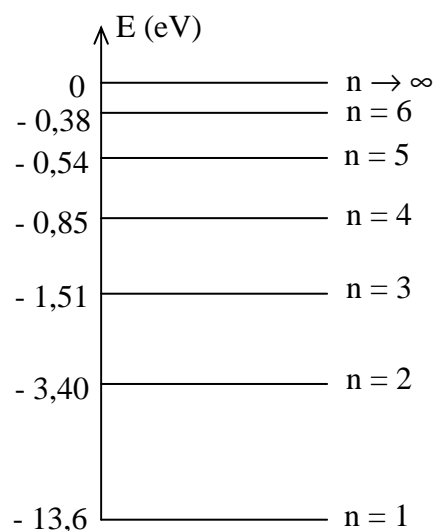
**4.1** Dans la théorie de Bohr de l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux sont données par la formule :

$$E_n = - \frac{13,6}{n^2} \text{ (en eV)} ; n \text{ est un nombre entier positif}$$

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène contient les trois raies visibles :

- (orangée) :  $\lambda_1 = 656,3$  nm ;
- (bleue) :  $\lambda_2 = 486,1$  nm ;
- (indigo) :  $\lambda_3 = 434,1$  nm.

On donne les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène dans le diagramme énergétique simplifié ci-contre :



**4.1.1** Quel est le niveau correspondant à l'état fondamental ? **(0,25 point)**

**4.1.2** Calculer, en eV, l'énergie d'un photon des radiations lumineuses de longueur d'onde  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ . **(0,5 point)**

**4.1.3** Montrer que chacune de ces trois raies correspond à une transition d'un niveau excité, que l'on précisera, au niveau  $n = 2$ . **(0,75 point)**

**4.1.4** Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? **(0,5 point)**  
Quelle est la longueur d'onde correspondant à l'ionisation de l'atome d'hydrogène (pris à l'état fondamental) ? **(0,25 point)**

**4.2** Une source de lumière composée de ces trois radiations  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  est utilisée pour éclairer une cellule photoélectrique au potassium. L'énergie d'extraction d'un électron du métal potassium est  $w_0 = 2,2$  eV. A l'aide de filtres appropriés on peut isoler chacune des radiations précédentes pour étudier leur effet.

**4.2.1** Quelles sont parmi ces trois radiations celles qui provoquent une émission d'électrons ? Justifier la réponse. **(0,75 point)**

**4.2.2** Calculer la vitesse maximale d'émission des électrons pour chacun des cas où l'émission est possible. **(01 point)**

Données numériques :  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ; constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

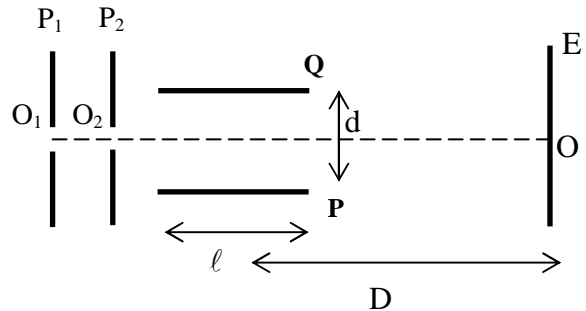
célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ; masse de l'électron :  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;

charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

### **EXERCICE 5 (04 points)**

Dans tout le problème, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable

**5.1** Des ions  $\text{Mg}^{2+}$ , sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou  $O_1$ , dans l'espace compris entre deux plaques verticales  $P_1$  et  $P_2$ . Lorsqu'on applique entre ces deux plaques une tension  $U_0$ , les ions atteignent le trou  $O_2$  avec la vitesse  $\vec{v}_0$ .



**5.1.1** Quelle plaque ( $P_1$  ou  $P_2$ ) doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Pourquoi ?

**(0,25 point)**

**5.1.2** Donner la valeur de  $v_0$  en fonction de la charge  $q$ , de la masse  $m$  d'un ion et de  $U_0$ .

**(0,25 point)**

**5.1.3** Calculer la valeur de  $v_0$  pour les ions  ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$  dans le cas où  $U_0 = 4000 \text{ V}$ .

On prendra :  $m({}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}) = 24 \text{ u}$  ;  $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$  ;  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**(0,25 point)**

**5.2** A la sortie de  $O_2$ , les ions ayant cette vitesse  $\vec{v}_0$  horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive  $U_{PQ}$  que l'on notera  $U$ , créant entre elles un champ électrique uniforme vertical.

**5.2.1** Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis, on exprimera son intensité en fonction de  $q$ ,  $U$  et de la distance  $d$  entre les plaques P et Q. **(0,5 point)**

**5.2.2** Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque  $U$  garde une valeur constante. **(0,75 point)**

**5.2.3** On dispose d'un écran vertical E à la distance  $D$  du centre des plaques de longueur  $\ell$ , trouver en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $U$ ,  $v_0$ ,  $\ell$ ,  $D$  et  $d$  l'expression de la distance  $z = OM$ , M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra-t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés ? (On admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci) **(0,75 point)**

**5.2.4** Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où  $\ell = 10 \text{ cm}$ . **(0,5 point)**

**5.2.5** On applique entre P et Q une tension sinusoïdale  $u = U_{\max} \cdot \sin \omega t$ , de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ .

Montrer qu'avec un pinceau d'ions, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où  $U_{\max} = 230 \text{ V}$ ,  $D = 40 \text{ cm}$ ,  $d = 4 \text{ cm}$ . (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension presque constante). **(0,75 point)**

**FIN DE SUJET**