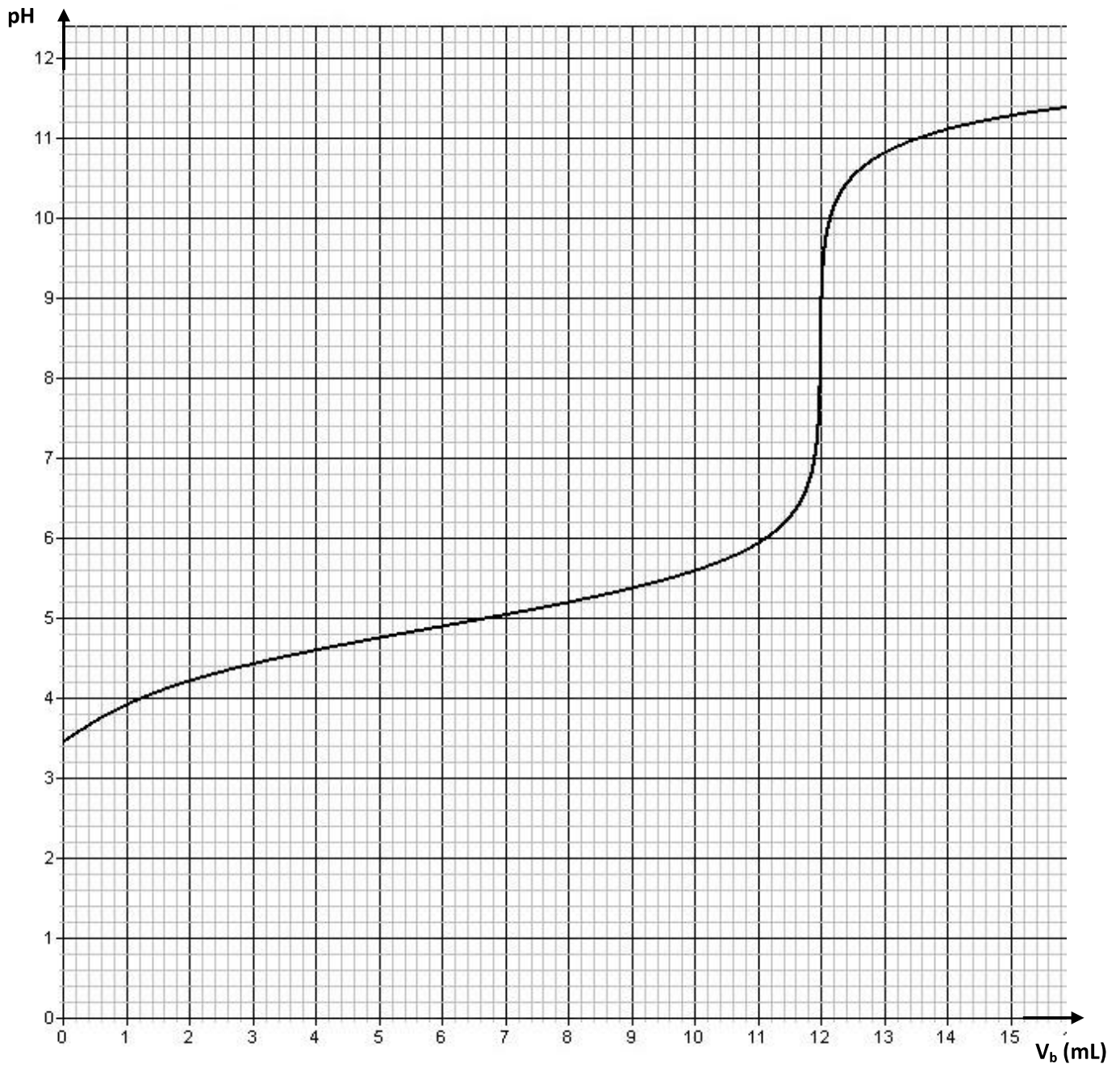


Figure 1



**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**

cisssoro.e-monsite.com

**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).**

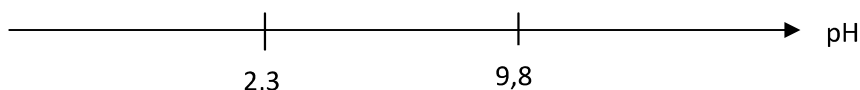
Les acides  $\alpha$  aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

**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 pKa de ces couples acide/base ont pour valeur  $\text{pKa}_1 = 2,3$  et  $\text{pKa}_2 = 9,6$ .
- a).** Associer à chaque couple acide/base un pKa. **(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.

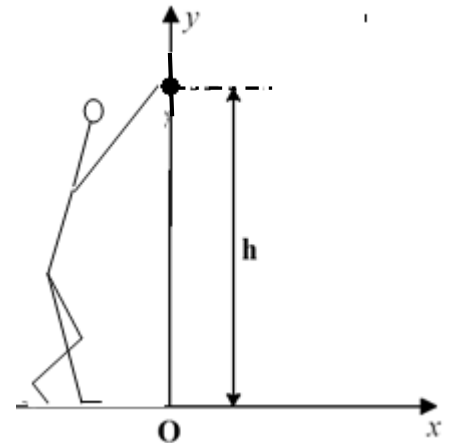
Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.

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.

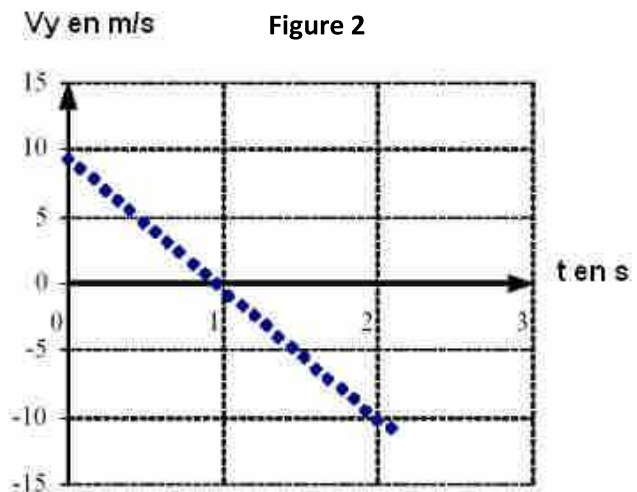
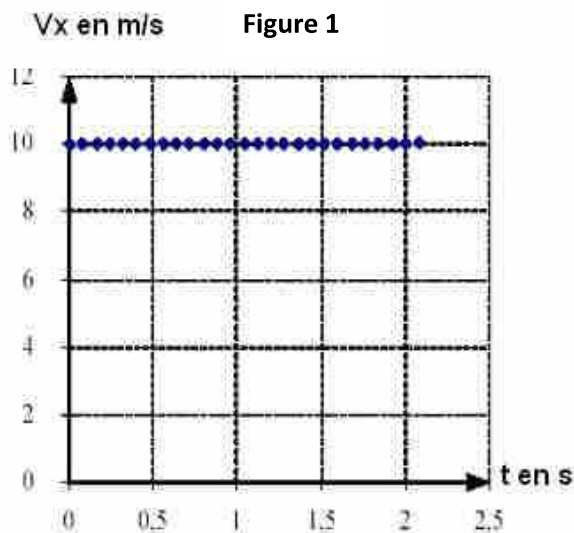
L'origine des temps  $t = 0$  est prise au moment du lancer du boulet où son centre d'inertie est situé à la distance verticale  $h = 2,62$  m du sol.



**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)

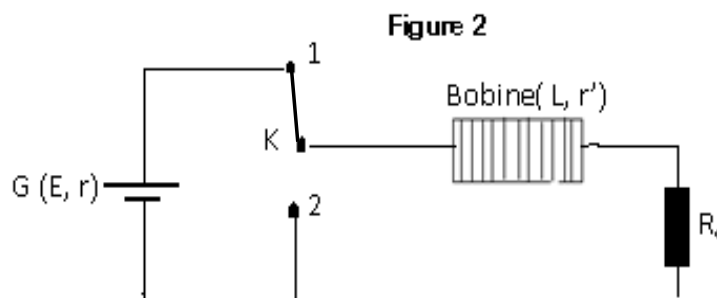
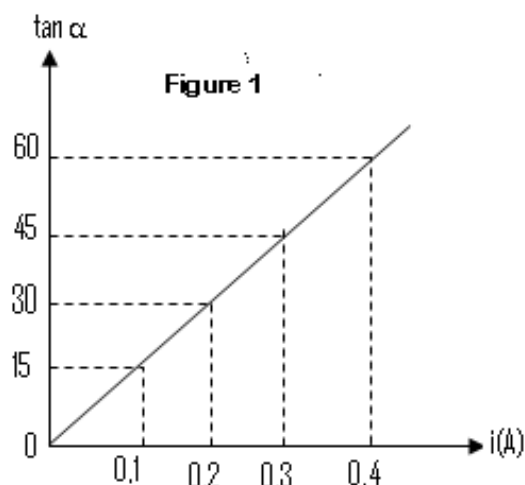
**4-3-2.** En un temps très bref et à  $t = 0$ , on bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

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  ${}_{43}^{97}\text{Tc}$ , de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96,  ${}_{42}^{96}\text{Mo}$  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  ${}_{43}^{97}\text{Tc}$  à partir du molybdène  ${}_{42}^{96}\text{Mo}$  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  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$  présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99,  ${}_{42}^{99}\text{Mo}$ .

Une infirmière prépare une dose de technétium 99,  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$ . 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  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$  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 :  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

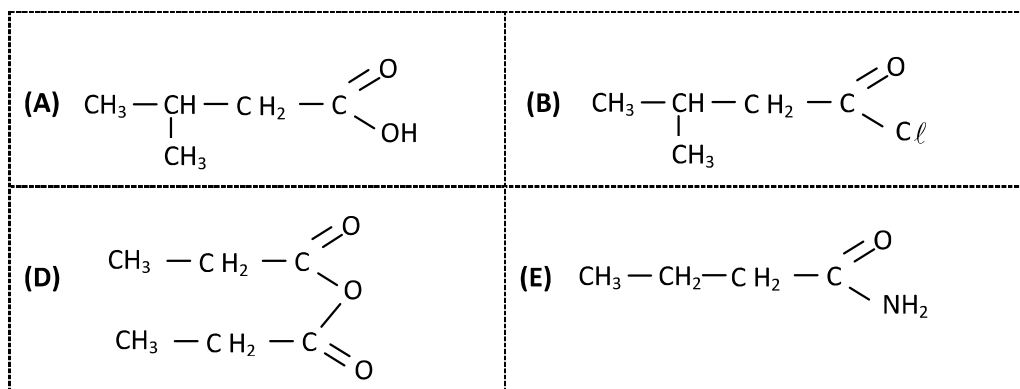
Particule ou noyau	${}_{27}^{60}\text{Co}$	${}_{28}^{60}\text{Ni}$	électron	${}_{43}^{99}\text{Tc}$
Masse en u	59,934	59,931	$5,486 \cdot 10^{-4}$	98,882

**FIN DU SULET**

**SCIENCES PHYSIQUES**Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**EXERCICE 1****(04 points).**

cissdoro.e-monsite.com

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 :

- le composé B à partir du corps A ; **(0,25 point)**
- le composé D à partir de l'acide propanoïque ; **(0,25 point)**
- 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  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{Na}) = 23$

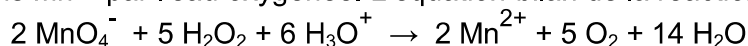
**EXERCICE 2 (04 points)**

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  $C = 8,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . **(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 :  $\eta_{(air)} = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ SI}$   
 Rayon de la bille r = 1,5 mm : Volume de la bille  $V_B = \frac{4}{3} \pi r^3$  ; g = 10 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).

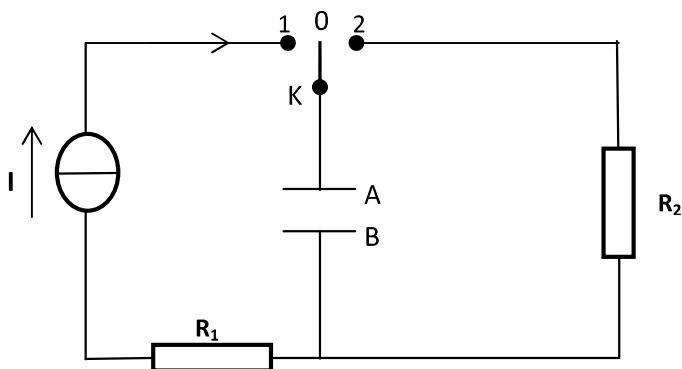


Figure 1

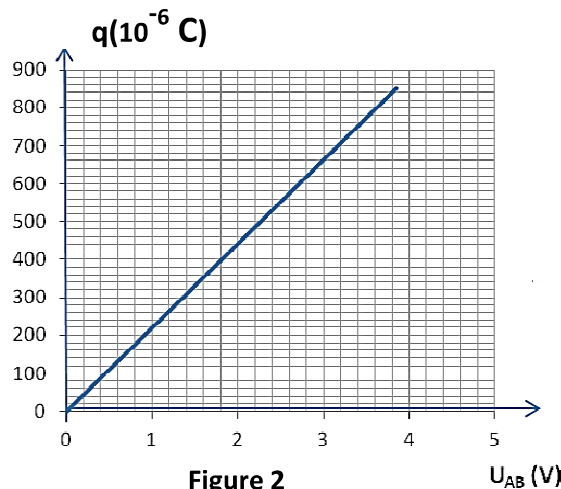


Figure 2

**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 :

$\frac{1}{\beta} \frac{d u_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$  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  $\lambda_1 = 633$  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

$$\text{la formule } i = \frac{\lambda_1 D}{a} \quad \text{(0,25 point)}$$

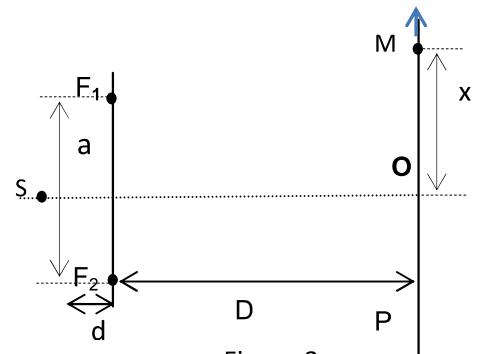


Figure 3

**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  $\lambda_1$ ,  $D$  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  $\lambda_1$ ,  $\Delta x$  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

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**

cissdoro.e-monsite.com

**EXERCICE 1** Toutes les données se trouvent en fin d'énoncé (04 points).

L'acide lactique, de formule  $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$  est souvent désigné comme le principal responsable des crampes musculaires des sportifs lors de leurs sprints. On le retrouve dans le lait, le vin...

Dans le lait, les bactéries présentes provoquent, au cours du temps, la transformation d'une partie du lactose en acide lactique.

Dans le vin l'acide lactique se forme lors de la fermentation malolactique au cours de laquelle s'opère la décarboxylation de l'acide malique  $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ .

**1.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation d'acide lactique dans le vin. (0,5 pt)

**1.2.** La présence d'acide lactique dans un lait est un indice de l'état de fraîcheur de ce lait. Plus la concentration d'acide lactique est élevée, moins le lait est frais. Par convention, dans l'industrie agro-alimentaire, l'acidité d'un lait s'exprime en degré Dornic ( $^{\circ}\text{D}$ ). Un lait bien conservé (lait frais) présente une acidité Dornic inférieure à  $18^{\circ}\text{D}$ , ce qui correspond à une concentration massique de  $1,8 \text{ g.L}^{-1}$  d'acide lactique dans le lait.

Un laborantin du service d'hygiène se propose de déterminer l'état de fraîcheur d'un lait retrouvé sur le marché. Il dose  $20,0 \text{ mL}$  du lait, additionnés de  $100 \text{ mL}$  d'eau distillée, par une solution d'hydroxyde de potassium ( $\text{K}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration molaire volumique  $C_b = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  en présence de phénolphthaléine.

Le virage de l'indicateur est obtenu après addition d'un volume  $V_{\text{BE}} = 8,4 \text{ mL}$  de base.

**1.2.1** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. (0,5 pt)

**1.2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction support de dosage du lait. Montrer, par un calcul, que cette réaction est totale. (0,5 pt)

**1.2.3** Définir l'équivalence acido-basique puis en déduire la concentration massique  $C_m$  en acide lactique du lait étudié. Conclure sur l'état de fraîcheur du lait dosé. (01,5 pt)

**1.2.4** Etant donnée la transformation, au cours du temps, d'une partie du lactose en acide lactique, sur quel facteur cinétique peut-on agir et comment afin d'avoir un lait frais? (0,25 pt)

**1.2.5** En fait le lait étudié a un pH initial égal à 4,9. Dresser un diagramme de prédominance puis dire quelle est la forme acide ou basique du couple acide lactique / ion lactate qui prédomine dans ce lait. (0,75 pt)

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

$\text{pKa}(\text{acide lactique/ion lactate}) = 3,9$  ;  $\text{Ka}(\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-) = 10^{-14}$  ;  $\text{Ka}(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = 1$

**EXERCICE 2** (04 points)

Le butanoate de méthyle,  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_3$ , est utilisé comme arôme dans l'industrie alimentaire et dans la parfumerie pour son odeur de pomme.

On se propose d'étudier une réaction de préparation du butanoate de méthyle et la cinétique de cette réaction.

**2.1. Préparation du butanoate de méthyle.**

**2.1.1.** Recopier la formule, entourer puis nommer le groupe fonctionnel présent dans la molécule du butanoate de méthyle. (0,25 pt)

**2.1.2.** Le butanoate de méthyle est obtenu en faisant réagir deux composés organiques A et B. Le réactif A est un acide carboxylique. Préciser la famille du réactif B. (0,25 pt)

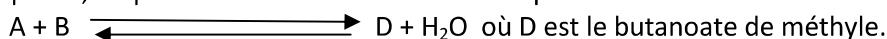
**2.1.3.** Ecrire les formules semi-développées puis donner les noms des réactifs A et B. (0,5 pt)

**2.1.4.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B. Donner le nom de cette réaction ; préciser ses caractéristiques. (0,75 pt)

**2.1.5.** Calculer les quantités de matière minimales de A et B à utiliser pour obtenir  $1 \text{ mol}$  de butanoate de méthyle à partir d'un mélange équimolaire, le rendement de la réaction étant égal à  $67\%$ . (0,25 pt)

**2.2. Etude cinétique de la réaction chimique.**

Dans cette partie, l'équation-bilan de la réaction chimique est écrite sous la forme :



A la date  $t_0 = 0$ , on réalise un mélange équimolaire des réactifs A et B :  $n_{\text{OA}} = n_{\text{OB}} = 1 \text{ mol}$ .

Des mesures ont permis de déterminer les quantités de matière d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel au cours de la synthèse et de tracer la courbe  $n_A = f(t)$  (voir courbe ci-dessous).

Par exploitation de cette courbe :

**2.2.1.** Retrouver la date  $t_1$  à laquelle la quantité d'acide carboxylique ( $n_A$ ) présent dans le milieu, représente 42 % de la quantité initiale ( $n_{0A}$ ) de A. **(0,25 pt)**

**2.2.2.** Déduire, à cette date  $t_1$ , la quantité de matière de butanoate de méthyle formé. **(0,5 pt)**

**2.2.3.** Calculer la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique entre le début de la réaction et la date  $t_1$ . **(0,5 pt)**

**2.2.4.** Déterminer la vitesse instantanée de disparition de l'acide carboxylique à la date  $t = 45$  min. **(0,5 pt)**

**2.2.5.** Déterminer, sans faire de calcul, la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique A entre les dates  $t_2 = 165$  min et  $t_3 = 180$  min. Interpréter cette valeur. **(0,25 pt)**

**NB : il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la feuille de copie; toutefois on expliquera succinctement l'exploitation faite de cette courbe pour répondre aux questions.**



**EXERCICE 3 (04 points)**

La balistique est une science qui étudie le mouvement des projectiles. Les applications sont très nombreuses dans des domaines aussi variés que le sport, la balistique judiciaire ou les activités militaires.

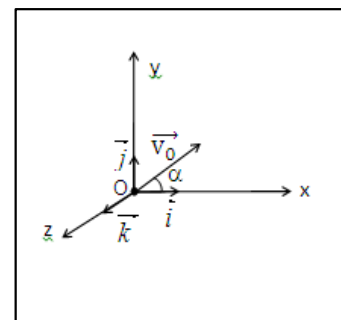
On étudie le mouvement d'un projectile ponctuel de masse  $m$ , lancé par un canon dans le champ de pesanteur uniforme  $\vec{g}$  d'intensité  $g = 10. m s^{-2}$ .

A un instant  $t_0 = 0$ , le projectile sort du canon en un point O avec une vitesse initiale  $\vec{V}_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale.

On suppose, que l'action de l'air est négligeable. Le point O est au niveau du sol. L'espace est rapporté au repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

**3.1.** Enoncer la deuxième loi de Newton ou théorème du centre d'inertie. **(0,25 pt)**

**3.2.** Déterminer la direction, le sens et la norme du vecteur-accelération du projectile. **(0,75 pt)**



**3.3.** Montrer que le mouvement du projectile est plan.

(0,5 pt)

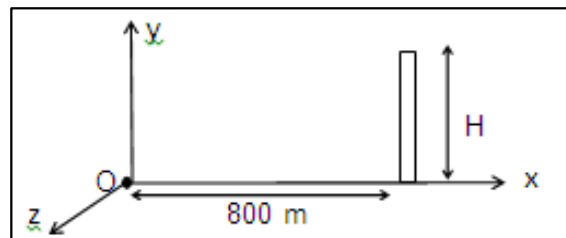
**3.4.** Etablir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

(0,5 pt)

**3.5** La vitesse de sortie du projectile, du canon, est de  $100 \text{ m.s}^{-1}$ . La vitesse initiale fait l'angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'axe OX. Le projectile peut-il atteindre un oiseau perché au sommet d'un édifice se trouvant à 800 m du point O, sur l'axe OX? Justifier la réponse par le calcul. La hauteur de l'édifice est de  $H = 20 \text{ m}$ .

(01 pt)

**3.6** Au cours d'un entraînement au tir, plusieurs essais sont effectués. Le projectile sort à chaque fois du canon en un point O pris au sol avec une vitesse  $\vec{v}_0$  de valeur  $100 \text{ m.s}^{-1}$ ; mais l'angle de tir  $\alpha$  varie. Pour protéger les personnes et les biens, on demande d'édifier une zone de sûreté autour du point de lancement O. Un mur de protection doit entourer la zone d'impact des projectiles. Le pourtour de ce mur est un « cercle » de centre O et de rayon égal à  $1,1 D$ ; la distance D étant la portée maximale du tir.



**3.6.1** Etablir l'expression de la portée du tir en fonction de  $g, v_0$  et  $\alpha$ .

(0,25 pt)

**3.6.2** En déduire la valeur de la portée maximale.

(0,25 pt)

**3.6.3** Calculer le rayon du champ de tir.

(0,5 pt)

**EXERCICE 4 (04 points)**

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves d'un lycée se proposent de déterminer la capacité d'un condensateur, l'inductance et la résistance d'une bobine trouvés dans le laboratoire, sans aucune étiquette. Pour cela, ces élèves disposent du matériel suivant :

- un générateur de basses fréquences (GBF), un conducteur ohmique de résistance  $R = 80 \Omega$ ,
- la bobine d'inductance L et de résistance r, le condensateur de capacité C,
- un ampèremètre de résistance négligeable, un voltmètre et des fils de connexion en quantité suffisante.

Les élèves réalisent un montage en série avec la bobine, le conducteur ohmique, le condensateur, l'ampèremètre et le générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale. Le voltmètre, branché aux bornes M et N du GBF, permet de vérifier que la tension efficace à ses bornes est maintenue constante et égale à  $U = 1,00 \text{ V}$ .

**4.1.** Représenter le schéma du circuit électrique réalisé par les élèves.

(0,5 pt)

**4.2.** Les élèves font varier la fréquence f de la tension délivrée par le GBF, relèvent l'intensité efficace I correspondante et obtiennent le tableau suivant :

f (Hz)	300	500	600	650	677	700	755	780	796	850	900	1000
I (mA)	0,74	1,90	3,47	5,20	6,61	8,05	9,35	7,48	6,61	4,50	3,44	2,40

**4.2.1** Tracer la courbe de l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f :  $I = g(f)$ .

(0,5 pt)

**Echelles** : en abscisses :  $15 \text{ mm} \rightarrow 100 \text{ Hz}$  ; en ordonnées :  $20 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ mA}$

**4.2.2.** Déterminer graphiquement la fréquence  $f_0$  de résonance du circuit.

(0,25 pt)

**4.2.3.** Calculer l'impédance Z du circuit pour  $f = f_0$ . En déduire la résistance r de la bobine

(01 pt)

**4.2.4.** Déterminer la largeur de la bande passante  $\beta$  du circuit.

(0,5 pt)

**4.2.5** Calculer l'impédance du circuit aux extrémités de la bande passante.

(0,25 pt)

**4.3.** Ces élèves admettent que la largeur  $\beta$  de la bande passante est telle que :  $\beta = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{R_T}{L}$  relation où  $R_T$  désigne la résistance totale du circuit oscillant. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de la capacité C du condensateur.

(01 pt)

**EXERCICE 5 Les parties 5.1 et 5.2 sont indépendantes (04 points)**

**5.1. L'élément mercure, traceur isotopique :**

Un «élément traceur» est un «élément» qui, par sa radioactivité, permet de suivre le sort d'une substance, son évolution au cours d'un processus physique, chimique ou biologique.

On se propose d'étudier la radioactivité de l'isotope mercure  $^{203}_{80}\text{Hg}$  qui est un traceur isotopique.

Cet isotope est radioactif  $\beta^-$ ; sa période radioactive est  $T = 46,69$  jours.

**5.1.1.** Rappeler la signification du terme « radioactivité  $\beta^-$  » et écrire l'équation de la réaction de désintégration du mercure 203. On identifiera le noyau fils à partir de l'extrait de tableau de classification périodique joint, en fin d'énoncé.

(0,75 pt)

**5.1.2** Initialement le nombre de noyaux radioactifs présents est :  $N_0 = 2,96 \cdot 10^{21}$  noyaux.

Déterminer l'activité  $A_0$  de la source radioactive à la date  $t_0 = 0$ .

(0,50 pt)

**5.1.3** Déterminer la durée au bout de laquelle l'activité de la source radioactive diminue de  $0,14 A_0$ .  
(0,75 pt)

**5.2. Sécurisation des billets de banque par le mercure :**

Les billets de banque authentiques peuvent être imprégnés de « nano pigments » pour être sécurisés. Cela permet aux caissiers munis d'une lampe à vapeur de mercure en miniature de détecter les faux billets. Lorsqu'un billet de banque sécurisé est éclairé par une lampe à vapeur de mercure, les « nano pigments », par fluorescence, se colorent en rouge ou en vert.

La radiation ultraviolette de longueur d'onde  $\lambda_1 = 253,6 \text{ nm}$  permet d'observer une des couleurs obtenues par fluorescence.

Le diagramme ci-contre représente, sans souci d'échelle, certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

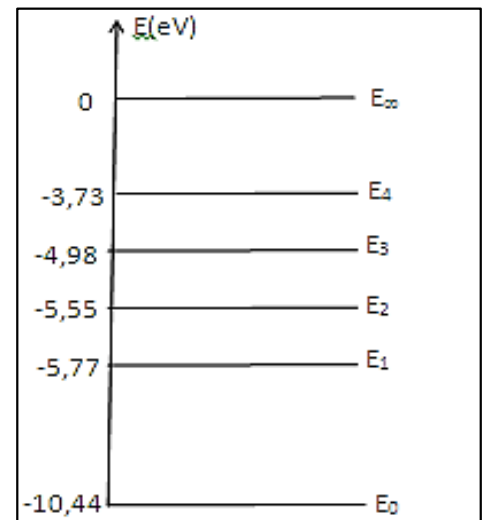
**5.2.1** Le spectre d'émission ou d'absorption de l'atome de mercure est-il continu ou discontinu ? (0,25 pt)

**5.2.2.** Déterminer la transition énergétique responsable de la fluorescence des "nano pigments". (0,5 pt)

**5.2.3.** Reproduire le diagramme sur votre copie puis représenter là-dessus la transition associée par une flèche. (0,25 pt)

**5.2.4.** Déterminer la longueur d'onde maximale  $\lambda_2$  de la radiation que peut émettre l'atome de mercure en passant de l'état excité à l'état fondamental. (0,25 pt)

**5.2.5.** Déterminer la longueur d'onde  $\lambda_3$  de la radiation émise au cours de la transition  $E_2 \rightarrow E_1$  et établir la relation entre les longueurs d'onde  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  (0,75 pt)



**Données :** Constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$   
Célérité de la lumière :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$   
1 électron volt :  $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Extrait du tableau de classification périodique :

Platine	Or	Mercure	Thalium	Plomb	Bismuth	Polonium
$_{78}\text{Pt}$	$_{79}\text{Au}$	$_{80}\text{Hg}$	$_{81}\text{Tl}$	$_{82}\text{Pb}$	$_{83}\text{Bi}$	$_{84}\text{Po}$



## 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.

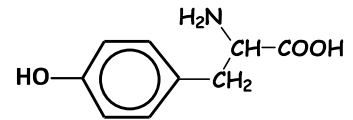
Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter  $C_xH_yO_zN_t$  et d'étudier quelques unes de ses propriétés chimiques.

**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  $181 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  (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  $\mathcal{R}-\text{CH}_2-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$  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  $\text{pH}_i$ , où la concentration de l'amphion est maximale. Les  $\text{pK}_a$  des couples acide/base associés à l'amphion ont les valeurs  $\text{pK}_{a1} = 2,2$  et  $\text{pK}_{a2} = 9,1$ .

Etablir la relation entre  $\text{pH}_i$ ,  $\text{pK}_{a1}$  et  $\text{pK}_{a2}$ . En déduire la valeur de  $\text{pH}_i$  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  $\text{CH}_3-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$ .

- Indiquer le nombre de dipeptides qu'on peut théoriquement obtenir à partir d'un mélange de tyrosine et d'alanine. (0,5 pt).
- 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  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{N}) = 14$  ;  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{H}) = 1$

### EXERCICE 2 (04 points)

**Donnée** : Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience  $V_0 = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

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  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

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  $\text{H}_3\text{O}^+$  restant dans la solution dont le volume  $V_s = 50 \text{ mL}$  est considéré comme constant. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :  $\text{Fe} + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**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  $H_3O^+$  restant en solution à une date  $t$ , s'écrit :  $[H_3O^+] = 0,1(1 - \frac{V}{60})$  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  $[H_3O^+] = f(t)$  en utilisant l'échelle : 1 cm  $\rightarrow$  5 min ; 1 cm  $\rightarrow$   $1 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. **(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
$[H_3O^+]$ en $10^{-2}$ mol/L									

**2.3.2.** Définir la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $H_3O^+$  à une date  $t$ . **(0,25 pt)**

**2.3.3.** Déterminer graphiquement la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $H_3O^+$  à la date  $t_1 = 10$  min puis à  $t_2 = 75$  min. **(0,75 pt)**

**2.3.4.** Comment évolue la vitesse de disparition des ions  $H_3O^+$  au cours du temps ? Justifier l'évolution de cette vitesse. **(0,5 pt)**

**2.3.5.** Déterminer les quantités de matière des ions  $Fe^{2+}$  et  $H_3O^+$  aux dates  $t_1 = 10$  min et  $t_2 = 75$  min. **(0,5 pt)**

Les résultats trouvés pour les ions hydronium  $H_3O^+$  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)**

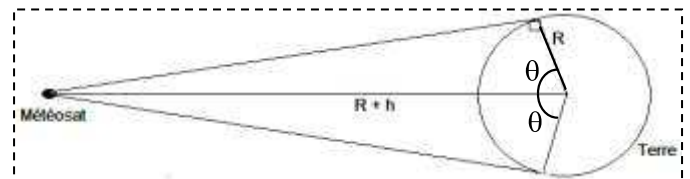
**3.5. a)** Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? **(0,25 pt)**

b) Montrer, par un calcul, que l'altitude du satellite géostationnaire vaut  $h = 3,58 \cdot 10^4$  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  $R = 6400$  km; période de rotation de la Terre sur elle-même  $T_t = 8,6 \cdot 10^4$  s

- Valeur du champ de gravitation terrestre au sol :  $g_0 = 9,8$  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  $2,0 \text{ V / div}$ . Le balayage horizontale est de  $2 \text{ ms / div}$ .

**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)**

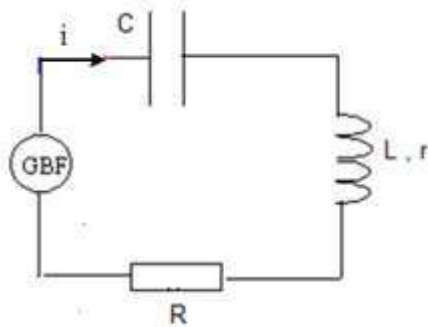


Figure 1

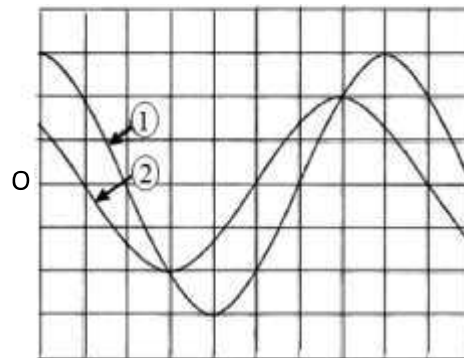


Figure 2

**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 :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ; constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

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 :  $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

Pouvoir calorifique du pétrole :  $42 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  ;

**SCIENCES PHYSIQUES**

*Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.*

cissdoro.e-monsite.com

**EXERCICE 1 : (04 points).**

On donne :

Densité de l'anhydride éthanoïque :  $d = 1,082$  ;

Masses molaires atomiques en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{H}) = 1$ .

La chimie organique de synthèse est utilisée comme palliatif à celle de l'extraction des composés naturels qui est souvent plus onéreuse. L'anhydride éthanoïque, 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 éthanoïque 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 éthanoïque.

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 éthanoïque.

**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 éthanoïque 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 éthanoïque à la place de l'anhydride éthanoïque.

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 éthanoïque 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 :  $\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$  ;  $\text{p}K_a(\text{acide conjugué}/\text{triméthylamine}) = 9,9$ .

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 :

$M((\text{CH}_3)_3\text{N}) = 59,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Le vinaigre est une solution aqueuse d'acide éthanoïque. 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 éthanoïque et la triméthylamine. **(0,25 point)**

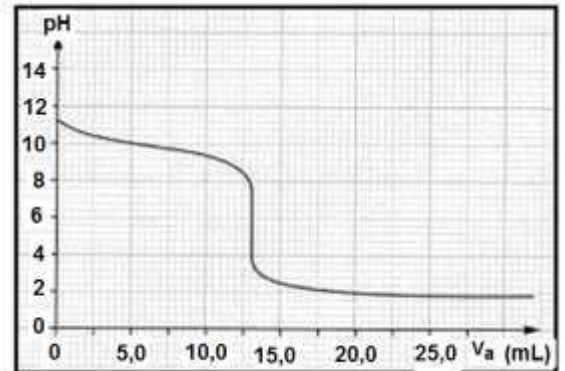
**2-2.** Calculer la constante d'équilibre  $K_e$  associée à cette réaction. Conclure. **(0,5 point)**

**2-3.** Montrer que la concentration molaire volumique théorique  $C_0^{\text{th}}$  de la solution  $S_0$  peut s'exprimer par la relation  $C_0^{\text{th}} = \frac{450 d}{M((\text{CH}_3)_3\text{N})}$ . 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).**

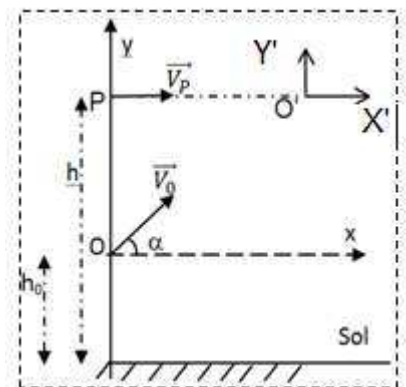
**2-6-4.** Retrouver, graphiquement et en justifiant, la valeur du  $\text{p}K_a$  du couple acide/base de la triméthylamine. **(0,25 point).**

**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. (0,25 point)

On prendra  $C = 200 \mu\text{F}$  pour cette question.

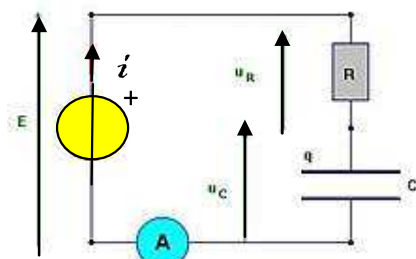
**4.1.2.** Le flash est déclenché grâce à l'énergie totale stockée dans le condensateur qui provoque un éclair d'une durée d'environ une milliseconde. Calculer la puissance électrique  $P_e$  consommée pour produire cet éclair (0,25 point)

**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  $\gamma$  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

$E_n = - \frac{E_0}{n^2}$  avec n entier supérieur ou égal à 1 et  $n = 1$  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)**

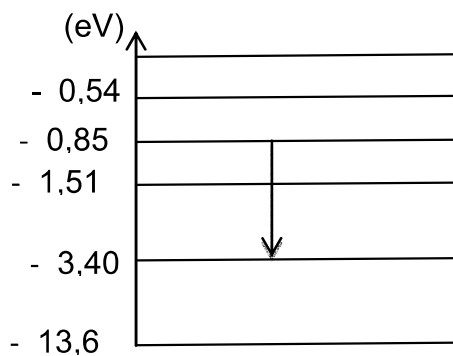
**5.3.3.** Balmer et Rydberg ont proposé l'expression suivante donnant les longueurs d'onde- des raies optiques,  $\frac{1}{\lambda_n} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  où n est entier et  $R_H$  une constante dite constante de Rydberg.

**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.



cissdoro.e-monsite.com

**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**