

**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** (03 points)

Amines, amides, acides aminés et autres sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Les acides  $\alpha$ -aminés, en particulier, constituent les matières de base des polypeptides et des protéines qui peuvent intervenir dans les systèmes de régulation et jouer le rôle d'enzymes (catalyseurs biologiques).

**1.1** Ecrire la formule générale d'une amine primaire et celle d'un acide  $\alpha$ -aminé. (0,5 point)

**1.2** Un acide  $\alpha$ -aminé A donne, par décarboxylation, une amine primaire B de masse molaire  $31 \text{ g.mol}^{-1}$ . Donner la formule semi-développée et le nom de l'amine primaire B. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide  $\alpha$ -aminé A. (0,75 point)

**1.3** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'amine B avec l'eau. Préciser le couple acide/base auquel appartient B. (0,5 point)

**1.4** On considère une solution aqueuse de l'amine B de concentration initiale C. En supposant que la valeur de C est telle  $[\text{OH}^-] \ll C$ , démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation :

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} (\text{pK}_a + \log C).$$

En déduire la valeur du pH d'une solution à  $10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$  de l'amine. (0,75 point)

Le  $\text{pK}_a$  du couple acide/base auquel appartient B vaut :  $\text{pK}_a = 10,7$

**1.5** On désire synthétiser un dipeptide D à partir de l'acide  $\alpha$ -aminé A et de l'alanine. Le groupe amine de l'alanine est bloqué lors de cette synthèse.

Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide D en mettant en évidence la liaison peptidique. (0,5 point)

On donne la formule de l'alanine :  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$

**EXERCICE 2** : (03 points)

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction entre un ester ( $\text{RCOOR}'$ ) et l'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) en solution. Pour cela on ajoute à un volume V de solution de soude de concentration  $C = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , un égal volume V de solution d'ester de même concentration.

Ce mélange réactionnel est maintenu à une température constante  $\theta$ . On détermine expérimentalement le pH du mélange en fonction du temps t.

**2.1** Donner le nom de la réaction entre l'ester et l'hydroxyde de sodium ; préciser ses caractéristiques. (0,5 point)

**2.2** Ecrire l'équation-bilan de cette réaction. (0,25 point)

**2.3** Montrer que la concentration des ions carboxylate est donnée par l'expression :

$$[\text{RCOO}^-] = \frac{C}{2} - 10^{\text{pH} - 14}. \quad (0,5 \text{ point})$$

**2.4** La mesure du pH a permis de calculer la concentration des ions carboxylate à différentes dates t. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

t (min)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
$[\text{RCOO}^-] (10^{-3} \text{ mol.L}^{-1})$	0	1,9	2,6	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6

Tracer le graphe  $[\text{RCOO}^-] = f(t)$  avec les échelles : 1 cm pour 2 min ; 2 cm pour  $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

(0,5 point)

**2.5** Calculer la vitesse volumique instantanée de formation de  $\text{RCOO}^-$  à la date  $t = 0$  puis à la date  $t = 10 \text{ min}$ . Justifier l'évolution de cette vitesse. (0,75 point)

**2.6** On reprend la même étude dans les mêmes conditions mais à une température  $\theta' > \theta$ .

Tracer l'allure du graphe  $[RCOO] = f(t)$  dans le même repère qu'en 2.4) Justifier cette allure.

(0,5 point)

**EXERCICE 3 (05,25 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  $L = 20$  m et est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin ; à ce moment son centre d'inertie  $G$  est à une hauteur  $h_1 = 1,5$  m au dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance  $\ell = 1,6$  m du tremplin. Elle est à une hauteur  $h_2 = 2$  m du niveau de l'eau (voir figure ci-après).

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.

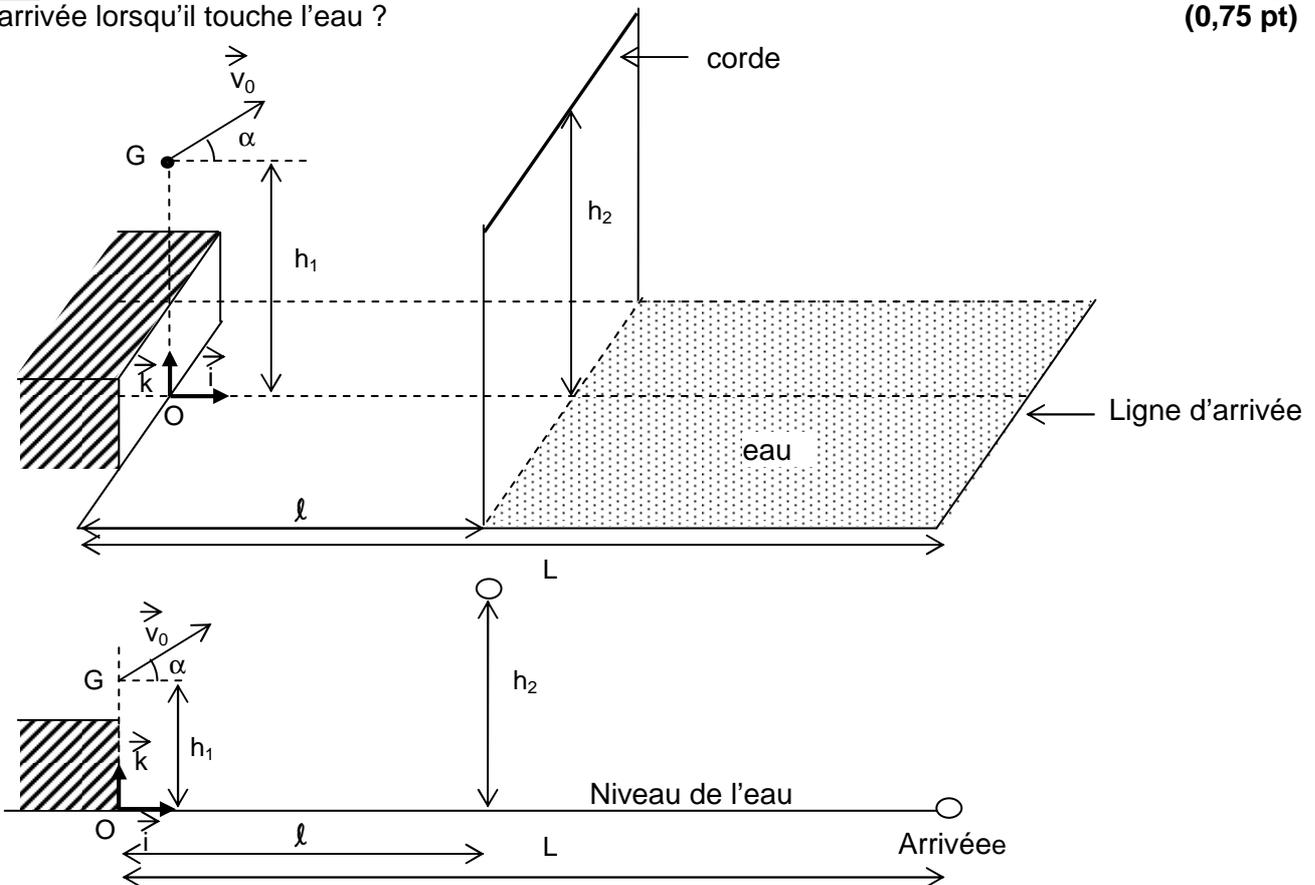
On néglige les frottements et on prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

**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)



**3.1.4** Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle  $\beta$  que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau. (0,5 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)

**3.3** Au troisième essai, le solide est lancé à  $t = 0$  du point G avec une vitesse  $\vec{V}'_0$  appartenant au plan vertical défini par  $(\vec{i}, \vec{k})$  et de valeur  $V'_0 = 11 \text{ m.s}^{-1}$ .

**3.3.1** Déterminer la valeur de l'angle  $\alpha'$  que doit faire  $\vec{V}'_0$  avec l'horizontale pour que le solide touche l'eau à 8 m de la ligne d'arrivée, comme précédemment. On montrera que la question admet deux solutions et on portera le choix sur la valeur de l'angle  $\alpha'$  pour laquelle la durée de chute est plus courte (le solide fait moins de temps entre le point de départ et le point de chute). **(01,25 point)**

**3.3.2** Pour lequel des essais décrits en 3.2 et 3.3.1, le solide s'élève-t-il plus au-dessus de la corde ? Justifier la réponse par le calcul. **(0,5 pt)**

**EXERCICE 4 : (05 points)**

On étudie le comportement d'un condensateur de capacité C dans un circuit série (figure 3).

Pour cela, on réalise le montage schématisé ci-contre où :

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

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

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

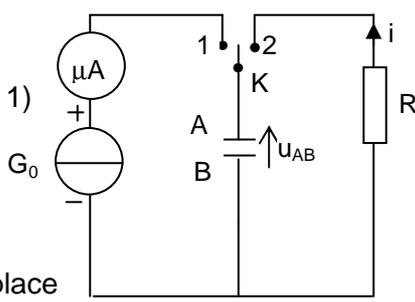


Figure 3

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

**4.1.2** A l'aide du graphe 1, déterminer la capacité C du condensateur. **(0,75 point)**

**4.2** Lorsque la tension aux bornes du condensateur égale

$U_0 = 6 \text{ V}$ , on bascule K en 2 à l'instant  $t = 0$ .

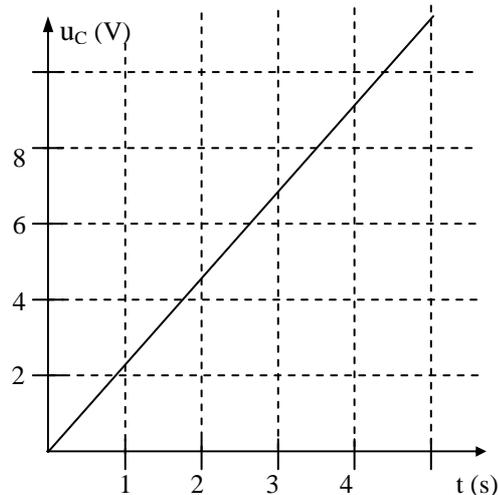
**4.2.1** Etablir l'équation différentielle relative à la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur à une date t. **(0,5 point)**

**4.2.2** Cette équation différentielle admet une solution de la forme  $u_C(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}$ , relation où A et  $\tau$  sont des constantes.

Déterminer les valeurs de A et  $\tau$ .

Calculer la valeur de  $u_C$  à  $t = 5\tau$ . Quelle remarque peut-on faire ?

Donner la signification physique de  $\tau$ . **(01 point)**



h Graphe 1

**4.2.3** A l'aide d'un logiciel, on a tracé la courbe donnant le logarithme népérien de  $u_C$  en fonction du temps t, soit  $\ln u_C = f(t)$  (graphe 2).

Retrouver la valeur de C à partir d'une exploitation de ce graphe. **(0,5 point)**

**4.3** On remplace le conducteur ohmique par une bobine résistive d'inductance  $L = 80 \text{ mH}$ .

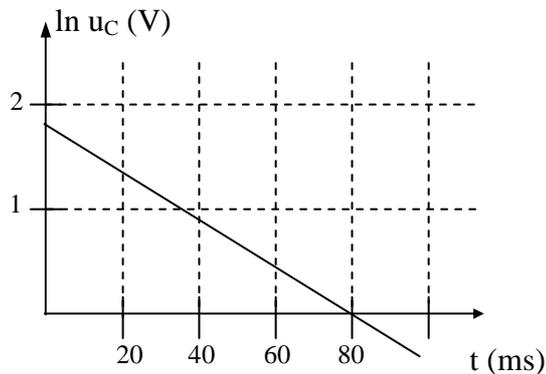
Le condensateur est à nouveau rechargé, puis il se décharge à travers la bobine. Un dispositif permet de suivre, pendant la décharge, l'évolution au cours du temps de  $u_C$  ainsi que l'évolution de l'intensité  $i$  du courant (graphe 3).

**4.3.1** Entre les instants  $t_1$  et  $t_2$  (voir graphe 3), le condensateur se charge-t-il ou se décharge-t-il ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**

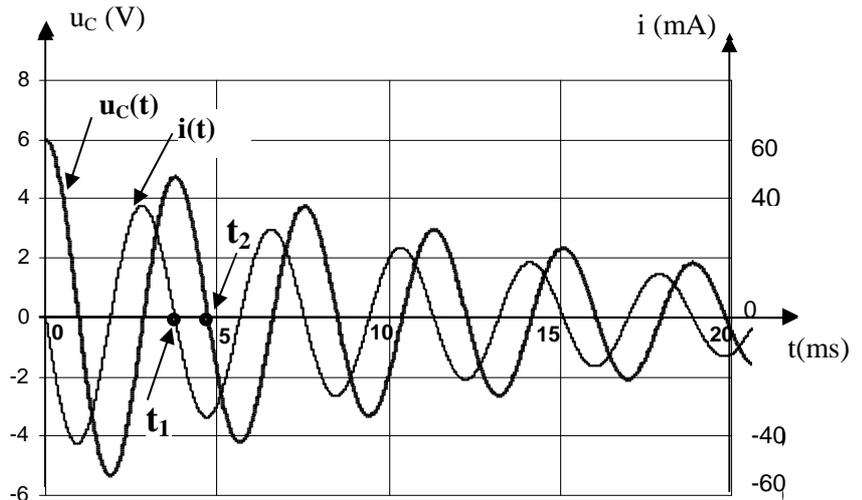
**4.3.2** Quel est le sens réel de circulation du courant entre  $t_1$  et  $t_2$  ? **(0,5 point)**

4.3.3 Retrouver à partir de ces courbes la valeur de C.

(0,75 point)



Graphe 2



Graphe 3

**EXERCICE 5 : (03,75 points)**

Il existe plusieurs méthodes de datation d'objets adaptées à l'âge que l'on souhaite déterminer. On peut en citer entre autres : la méthode potassium-argon et la datation par le carbone 14. Cependant cette dernière n'est pas utilisable si la teneur résiduelle de carbone 14 est trop faible c'est-à-dire inférieure à 1 %. La demi-vie du <sup>14</sup>C est de 5600 ans et celle du <sup>40</sup>K de 1,5.10<sup>9</sup> ans.

Les roches volcaniques contiennent du potassium K dont l'isotope <sup>40</sup><sub>19</sub>K est radioactif et se décompose pour donner <sup>40</sup><sub>18</sub>Ar constituant essentiel d'un gaz monoatomique.

Lors d'une éruption volcanique, la lave, au contact de l'air perd l'argon <sup>40</sup>Ar, c'est le dégazage de la roche. A la date de la fin de l'éruption, la lave ne contient plus d'argon. Mais celui-ci réapparaît dans le temps (presque aussitôt après) selon la radioactivité précédente.

**5.1** Ecrire l'équation de la désintégration nucléaire du potassium <sup>40</sup><sub>19</sub>K en argon <sup>40</sup><sub>18</sub>Ar en précisant les lois de conservation utilisées. Nommer la particule émise en même temps que le noyau fils. **(01 point)**

**5.2** L'analyse d'un échantillon d'une roche basaltique, a donné 1,6610<sup>-6</sup> g de <sup>40</sup>K et 82.10<sup>-4</sup> cm<sup>3</sup> d'argon (<sup>40</sup>Ar) dans les conditions normales de température et de pression.

On désigne par N<sub>0</sub> (<sup>40</sup>K) le nombre de noyaux de potassium 40 à la date t = 0 (fin de l'éruption), par N (<sup>40</sup>K) et N(<sup>40</sup>Ar) les nombres de noyaux présents dans l'échantillon respectivement de potassium 40 et d'argon 40 à un instant t donné.

**5.2.1** Rappeler l'expression de N (<sup>40</sup>K) en fonction de N<sub>0</sub> (<sup>40</sup>K), du temps t et de la constante radioactive λ du potassium 40 (loi de la décroissance radioactive). **(0,5 point).**

**5.2.2** En déduire la relation :  $\frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = -1 + e^{\lambda t}$  **(0,5 point).**

**5.2.3** Calculer l'âge approximatif de la roche compté à partir de la fin de l'éruption volcanique. **(0,75 point)**

**5.3** Sur un autre site archéologique des ossements ont été trouvés. Pour dater ces derniers, on a procédé par dosage isotopique de l'argon 40 et du potassium 40 contenus dans un échantillon de ces ossements. On constatât alors qu'il contenait quatre fois plus d'atomes de potassium 40 que d'atomes d'argon 40.

**5.3.1** Déterminer l'âge de ces ossements. **(0,5 point)**

**5.3.2** Pourrait-on alors utiliser la méthode de la datation par le <sup>14</sup>C pour déterminer l'âge de ces ossements ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**

Données : Masse molaire atomique de l'isotope <sup>40</sup>K du potassium : M(<sup>40</sup>K) = 40 g.mol<sup>-1</sup>  
 Volume molaire normal : V<sub>0</sub> = 22,4 L.mol<sup>-1</sup> ; constante d'Avogadro : 6,02.10<sup>23</sup> mol<sup>-1</sup>.