



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

On donne les masses molaires :

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{Na}) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$$

EXERCICE 1 (03 points)

Les protéines entrent dans la constitution des organismes vivants et participent à leur fonctionnement en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Ce sont des macromolécules constituées par association d'acides aminés par liaison peptidique.

On se propose d'identifier un dipeptide noté D, résultant de la réaction entre deux acides aminés A et B.

1.1 Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé A ; soient :

$$\% \text{ C} = 40,45 \quad \% \text{ H} = 7,87 \quad \% \text{ N} = 15,72$$

1.1.1 Le composé A ne contenant qu'un atome d'azote par molécule, vérifier que sa formule brute s'écrit : $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ (0,5 pt)

1.1.2 Le composé A est précisément un acide α -aminé. Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

1.2 Par réaction de A avec un autre acide α -aminé B de formule, $\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{C}_4\text{H}_9}{\text{CH}}-\text{CO}_2\text{H}$, on obtient le dipeptide D.

1.2.1 Ecrire la formule semi-développée de B sachant que sa molécule contient deux atomes de carbone asymétriques et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

1.2.2 Ecrire, à l'aide de formules développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que A est l'acide α -aminé N-terminal. Entourer la liaison peptidique. (0,5 pt)

1.3 On effectue une décarboxylation de A, par chauffage. Le composé organique azoté E obtenu est dissout dans de l'eau pour donner une solution (S).

1.3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. Nommer le produit E (0,5 pt)

1.3.2 La concentration molaire de (S) est $C = 0,15 \text{ mol L}^{-1}$ et son $\text{pH} = 12$. Déterminer le pK_a du couple acide-base correspondant à E. (0,5 pt)

EXERCICE 2 (03 points)

Sous l'action de ferments lactiques, le lactose contenu dans le lait se transforme en acide lactique. A 25°C , si la teneur en acide lactique dépasse 5 g.L^{-1} , le lait se caille (la caséine coagule, le lait se sépare en caillé et sérum, l'acide lactique se retrouve dans le sérum). Le dosage de l'acidité du lait permet d'apprécier son état de conservation. On admettra que le seul acide présent dans le lait est l'acide lactique de formule : $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$.

2.1 Expliquer pourquoi la molécule d'acide lactique est chirale. Donner la représentation des deux énantiomères de l'acide lactique. (0,75 pt)

2.2 On se propose de doser l'acide lactique présent dans un lait non pasteurisé à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium S de concentration $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$; mais on dispose d'une solution S_0 d'hydroxyde de sodium de concentration bien connue $C_0 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$.

A partir de la solution S_0 , décrire le protocole expérimental permettant de préparer 100 mL de solution d'hydroxyde de sodium S de concentration molaire $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ qui servira pour le dosage. (0,75 pt)

2.3 Dans un bécher, on verse 20 mL de lait. On remplit une burette de la solution S d'hydroxyde de sodium à $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ puis on verse progressivement cette solution dans le bécher. Les mesures de pH ont permis de tracer la courbe $\text{pH} = f(V)$ où V est le volume de soude ajouté (voir courbe à la page 5).

2.3.1 Déterminer les coordonnées du point équivalent. On explicitera la méthode utilisée. (0,75 pt)

2.3.2 Déterminer la concentration de l'acide lactique dans le lait étudié. En déduire la masse d'acide lactique par litre de lait. Le lait étudié est-il caillé ? Justifier. (0,75 pt)

EXERCICE 3 (04,5 points)

Depuis Galilée, les pendules pesants ont été l'objet d'études approfondies, car ils ont constitué du XIX^e au XX^e siècle, l'organe essentiel des horloges de précision.

Un pendule pesant est constitué d'un solide pouvant osciller autour d'un axe fixe, de part et d'autre de sa position de repos, sous l'action de son poids. La balançoire, le porte-clés, le balancier d'une horloge en constituent des exemples.

Un modèle simplifié du pendule pesant est le pendule simple. Celui-ci est constitué d'un solide ponctuel suspendu en un point par un fil inextensible de longueur très supérieure à la dimension du solide.

On étudie le mouvement d'un pendule simple constitué d'une bille ponctuelle de masse $m = 50 \text{ g}$ suspendue en un point fixe O par un fil inextensible de longueur $\ell = 50 \text{ cm}$.

Initialement le pendule est en équilibre stable, le fil est alors vertical et le solide est en dessous de O .

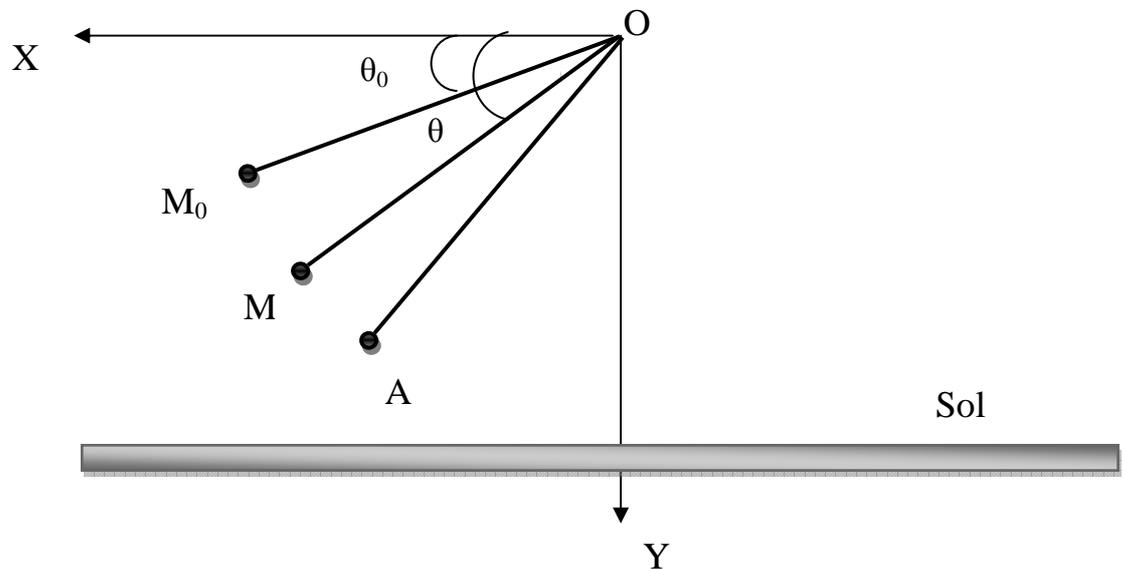
Dans toute la suite les frottements seront négligés.

3.1 Dans un premier temps, le solide est écarté légèrement de sa position d'équilibre stable puis abandonné sans vitesse initiale. Le système effectue alors de part et d'autre de cette position d'équilibre,

des oscillations périodiques, de faibles amplitudes, de période $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. Evaluer la période de ces

oscillations. Quelle devrait être la valeur de la longueur du fil pour que le pendule « batte la seconde » (une demi-oscillation dure 1 seconde)? On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. **(0,5 pt)**

3.2 On écarte maintenant le fil du pendule de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OM_0}) = 15^\circ$ (voir fig ci-dessous) et on lance la bille dans le plan XOY avec le vecteur vitesse \vec{V}_0 dirigé vers le bas et tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O . On repère la position de la bille à un instant t par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OM})$.



3.2.1 Par application du théorème de l'énergie cinétique établir l'expression de la vitesse de la bille en M en fonction de v_0, g, ℓ, θ et θ_0 . **(0,5 pt)**

3.2.2 En utilisant le théorème du centre d'inertie au point M ; établir l'expression de la tension T du fil en M en fonction de $v_0, \ell, \theta_0, \theta, g$ et m . **(0,75 pt)**

3.2.3 Exprimer la valeur minimale V_{0m} de la vitesse V_0 pour que la bille effectue un tour complet le fil restant tendu et la calculer. **(0,5 pt)**

3-2.4 Le pendule est à nouveau lancé à partir de M_0 avec un vecteur vitesse \vec{V}_0 dirigé vers le bas, tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O , de valeur $V'_0 = 4,15 \text{ m.s}^{-1}$. Mais le fil se casse quand la bille passe pour la première fois au point A repéré par l'angle $\alpha = (\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OA}) = 45^\circ$.

3-2.4-1 Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse \vec{V}_A de la bille au point A . **(0,5 pt)**

3-2.4-2 Déterminer, dans le repère orthonormé (\vec{Ox}, \vec{Oy}) donné dans le schéma précédent, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération. **(0,75 pt)**

3-2.4-3 En posant $u = \ell \cos \alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé (\vec{Ox}, \vec{Oy}) , l'équation de la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit : $y = \frac{g}{2v_A^2 \sin^2 \alpha} u^2 + \frac{u}{\tan \alpha} + \ell \sin \alpha$. **(0,5 pt)**

3-2.4-4 Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance $h = 1,5 \text{ m}$ au dessous du point O. **(0,5 pt)**

EXERCICE 4 (05,5 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 en série avec une résistance réglable R.

4.1 Un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$, 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).

Le sens d'orientation choisi est indiqué sur ce schéma et q désigne la charge de l'armature liée à A.

L'interrupteur K est fermé à la date $t = 0$.

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 τ est une constante que l'on exprimera en fonction de R et C. Calculer τ . **(0,5 pt)**

4.3 Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de $u_{AB}(t)$ et de déterminer la valeur de τ , on relève la valeur de u_{AB} à différentes dates t. On obtient le tableau suivant :

t (ms)	0	2,5	5	9	15	20	25	30	35	40	50
$u_{AB}(V)$	0,0	0,9	2,0	2,9	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,0

4.3.1 Tracer le graphe $u_{AB} = f(t)$ avec les échelles suivantes : 1cm pour 5ms en abscisses et 2 cm pour 1V en ordonnées. 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 τ . Comparer le résultat à la valeur théorique trouvée en 4.2 et conclure. **(0,5 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 $i(t) = f(t)$. **(0,75 pt)**

4.5. Le condensateur précédent, chargé sous la tension $U_0 = 5V$, est déchargé à la date $t = 0$ à travers une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, en série avec une résistance R réglable (figure 2).

4.5.1 Etablir l'équation différentielle régissant la décharge du condensateur et vérifiée par la charge q(t). L'orientation choisie est indiquée sur le schéma. **(0,5 pt)**

4.5.2 Etablir l'équation : $Ri^2 + \frac{d}{dt} \left[\frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} \right] = 0$ **(0,5 pt)**

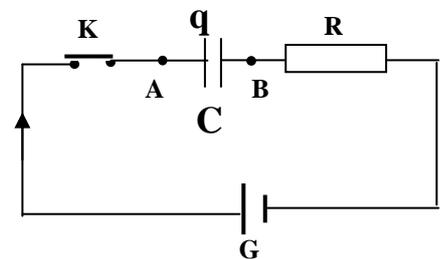


Figure 1

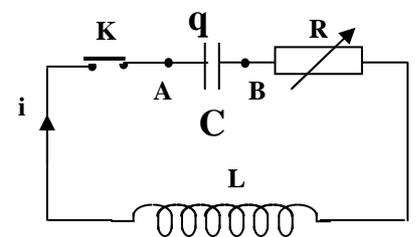


Figure 2

(0,5 pt)

(0,5 pt)

4.5.3 Interpréter cette relation en termes d'énergie et expliquer comment elle traduit le bilan énergétique du circuit. Préciser le sens de variation de l'énergie du circuit. (0,5 pt)

4.5.4 Partant d'une faible valeur de la résistance R , on augmente progressivement sa valeur. On peut alors obtenir trois régimes principaux de fonctionnement du circuit RLC. Nommer ces régimes et les représenter sur un même système d'axes en ébauchant les différentes courbes de la tension $u_{AB}(t)$ en fonction du temps. (0,75 pt)

4.5.5 Quel est le régime particulier si $R = 0$? Donner l'expression T_0 des oscillations obtenues. (0,5 pt)

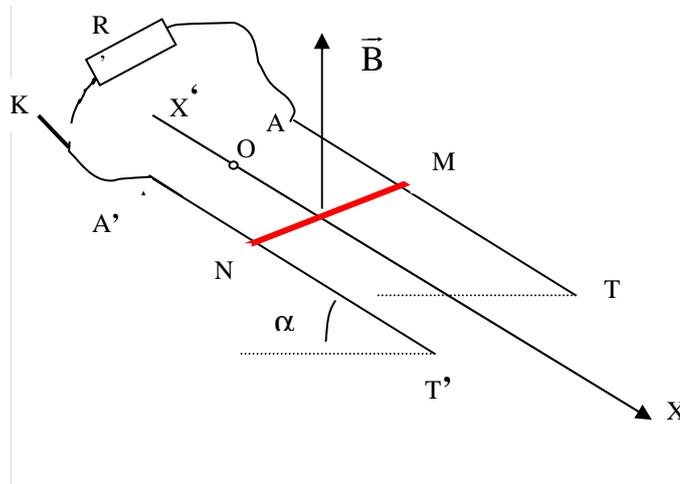
EXERCICE 5 (04 points)

L'induction magnétique est un phénomène physique qui se manifeste par la production d'une différence de potentiel électrique aux bornes d'un conducteur électrique ou encore d'un courant électrique en son sein. Ce phénomène, lié à une variation de flux, est utilisé, entre autres, dans les transformateurs électriques, les bobines, les ralentisseurs électromagnétiques des poids lourds et les plaques à induction grâce aux courants induits (courants de Foucault).

Deux rails conducteur AT et A'T' rectilignes, parallèles, distants de ℓ , sont disposés suivant deux lignes de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 15^\circ$ par rapport au plan horizontal.

Une tige conductrice MN de masse m , de résistance r et de longueur sensiblement égale à ℓ peut glisser sur les rails. Les extrémités supérieures des rails sont reliées par l'intermédiaire d'un interrupteur K et d'un résistor de résistance R . On négligera les résistances des rails.

L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} , vertical ascendant.



5.1 L'interrupteur K étant ouvert, on abandonne, à la date $t = 0$, sans vitesse initiale, la tige MN du haut des rails : le milieu de la tige coïncide alors avec l'origine O du repère d'étude X'OX.

On relève les valeurs x de l'abscisse du milieu de la tige et les dates t correspondantes.

Ce qui a permis de tracer la courbe $x = f(t^2)$ jointe en annexe (page 5).

5.1.1 Déterminer, à partir du graphe, la nature du mouvement de la tige. (0,75 pt)

5.1.2 Montrer qu'il existe des forces de frottement. Exprimer et calculer leur intensité supposée constante. (0,5 pt)

5.2 On ferme l'interrupteur K à la date $t_1 = \sqrt{3}$ s lorsque la tige a acquis une vitesse de norme V_1 .

5.2.1. Evaluer la valeur de la vitesse V_1 à l'instant où on ferme K. (0,5 pt)

5.2.2 Exprimer puis calculer l'intensité I_1 du courant qui apparaît dans le circuit AMNA' à la date t_1 . Préciser son sens sur un schéma clair et justifier. (0,75 pt)

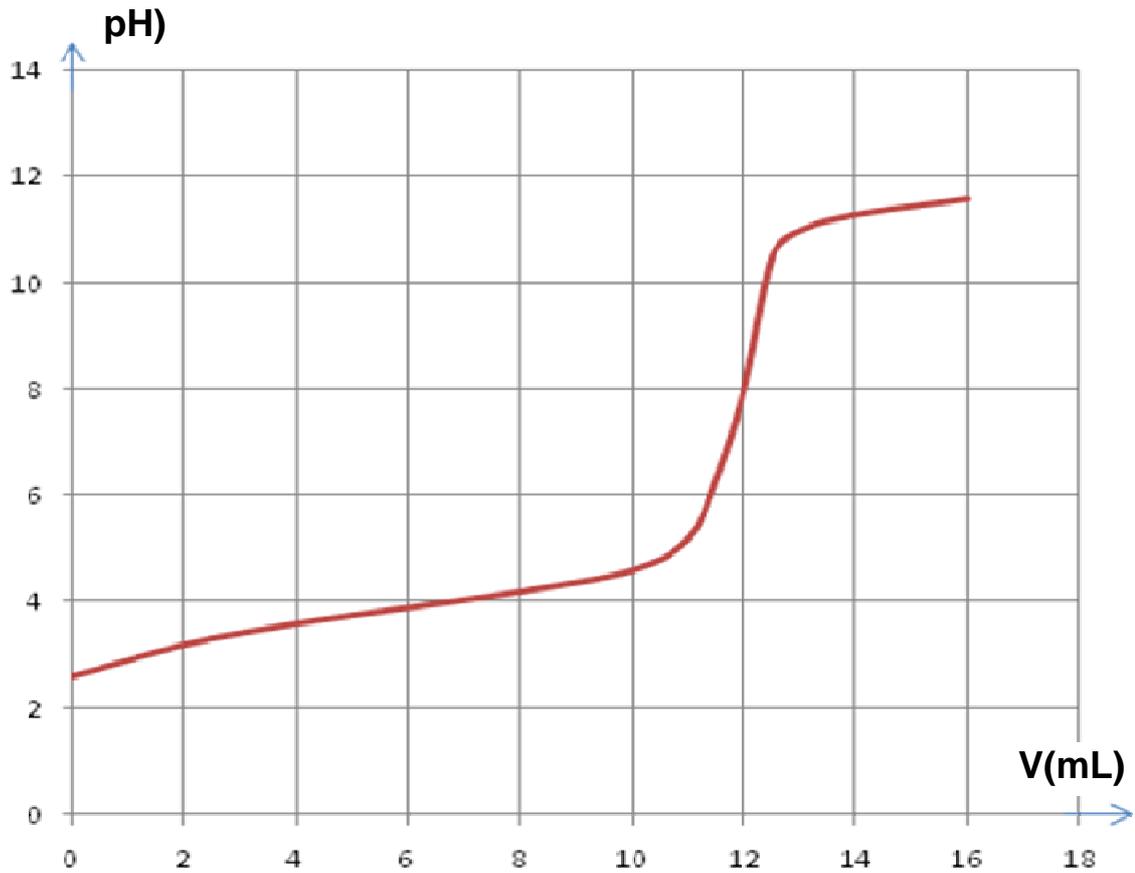
5.2.3. Pour $t = t_1$, appliquer le théorème du centre d'inertie à la tige et en déduire que le vecteur accélération \vec{a} est opposé au vecteur vitesse \vec{V} . Décrire le mouvement ultérieur de la tige (0,75 pt)

5.2.4. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse $v(t)$ de la tige pour $t > t_1$. En déduire la valeur de la vitesse limite V_2 atteinte par la tige. (0,75 pt)

Données numériques : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, $m = 15 \text{ g}$, $\ell = 10 \text{ cm}$, $B = 1 \text{ T}$, $R = r = 0,5 \Omega$.

ANNEXE (à rendre avec la feuille de copie).

Courbe $pH = f(V)$ de l'exercice 2



Courbe $x = f(t^2)$ de l'exercice 5

