EXERCICE I : SUR UNE BALANÇOIRE (6,5 POINTS)

Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes.

Deux enfants, Pierre (10 ans) et Sophie (7 ans) font de la balançoire dans un square.

Pour simplifier l'étude mécanique, le système S_1 {Sophie sur le siège, balançoire} peut être modélisé par un pendule simple de longueur L et de masse m_1.
De même, le système S_2 {Pierre sur le siège, balançoire} peut être modélisé par un pendule simple de longueur L et de masse $m_2 > m_1$.
Toute l'étude mécanique est effectuée dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Données numériques : longueur du pendule simple $L = 1{,}80$ m
distance sol-extrémité du pendule à l'équilibre : $h = 0{,}50$ m
intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8$ N.kg^{-1}

Dans les deux premières parties de cet exercice, on vérifiera par une étude mécanique si les intuitions physiques des enfants sont exactes.
La troisième partie portera sur la corrosion et la protection du métal du portique.

Partie 1 : oscillations libres

Cette première partie permet de savoir si l'affirmation suivante de Pierre est correcte :
« Je suis plus lourd que toi, je me balancerai donc plus rapidement ». Cette affirmation peut être traduite en langage scientifique par : « la période de mes oscillations sera plus courte ».

1.1. *Dans le cas d'oscillations de faibles amplitudes l'expression de la période propre des oscillations du système S_2 est l'une des trois proposées ci-dessous :*

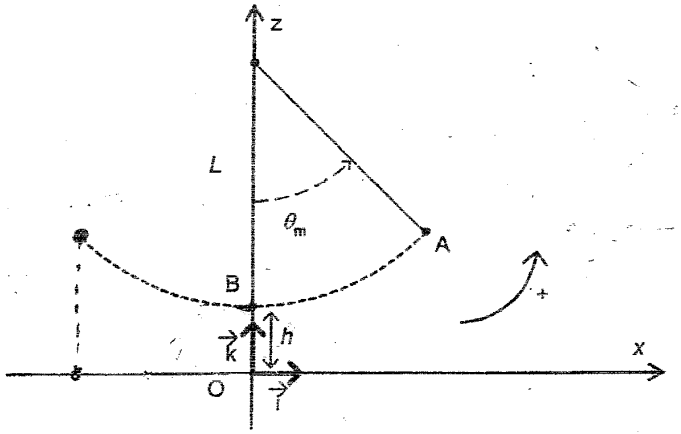
$$T_{02} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{g}} \qquad T_{02} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{L}} \qquad T_{02} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

En procédant à une analyse dimensionnelle, proposer la seule possible.

1.2. En déduire si l'affirmation de Pierre est correcte ou non.

1.3. *Sophie, assise sur la balançoire, est lâchée à la date $t_0 = 0$, sans vitesse initiale, d'un point A d'abscisse angulaire $\theta_A = \theta_m = 50°$. Le repère d'étude choisi est $(O, \vec{i}, \vec{k})$: voir figure 1.*

Figure 1



En considérant qu'il n'y a pas de frottements, choisir, en justifiant parmi les quatre courbes suivantes, celle qui correspond à l'évolution temporelle de l'abscisse angulaire θ du système S_1 en fonction du temps.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

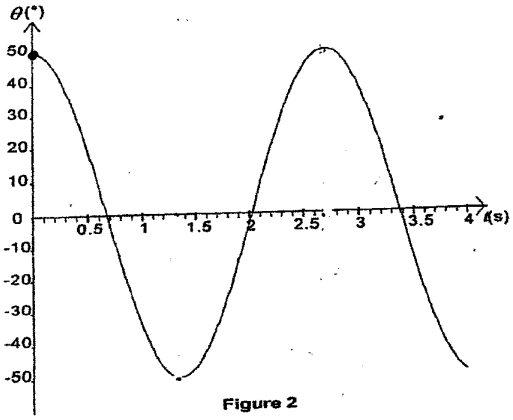


Figure 2

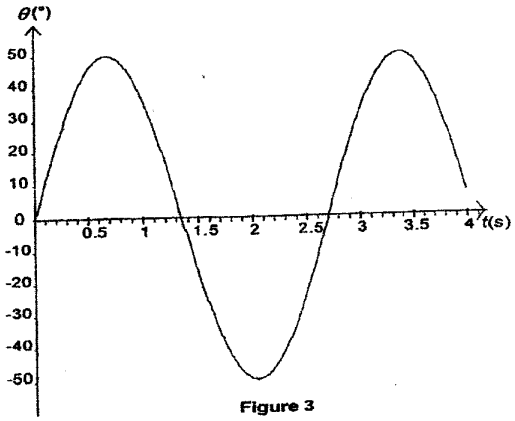


Figure 3

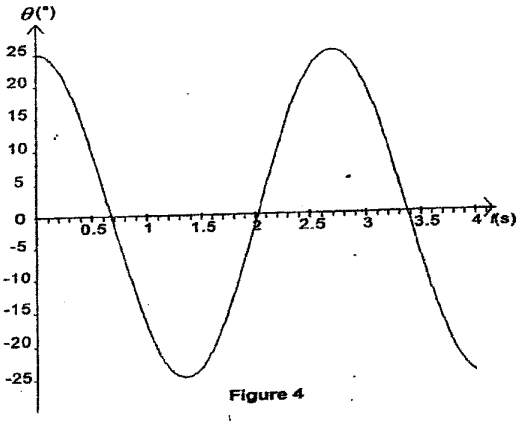


Figure 4

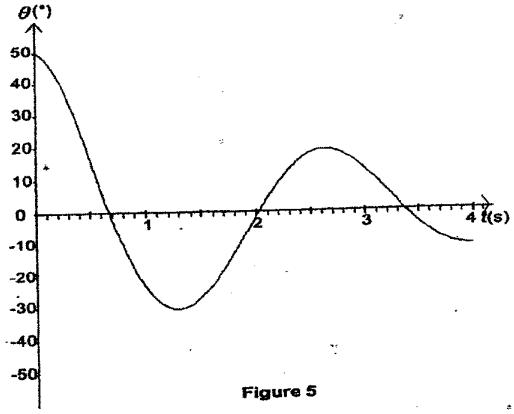


Figure 5

1.4. Mesurer alors la valeur de la période propre T_{01} du système S_1.

Partie 2 : chutes libres

Lors des oscillations, Sophie procède à une expérience en lâchant une bille de métal pendant le mouvement de façon à ce qu'elle touche le sol loin du point O.
Pierre dit : « pour que la bille aille loin du portique, tu dois la lâcher lorsque tu arrives tout en haut ».
Sophie répond : « non, la bille ira encore plus loin si je la lâche du point le plus bas car c'est là qu'elle va le plus vite ».
Dans toute la suite de l'exercice, on considère que la bille est assimilable à un point matériel de masse m = 30 g, que la position initiale de la bille avant la chute est confondue avec l'extrémité du pendule simple et que le mouvement s'effectue sans frottement.

2.1. Quelle est la valeur de v_A, vitesse de la bille au point A, si l'on considère que Sophie lâche la bille sans lui donner d'impulsion ?

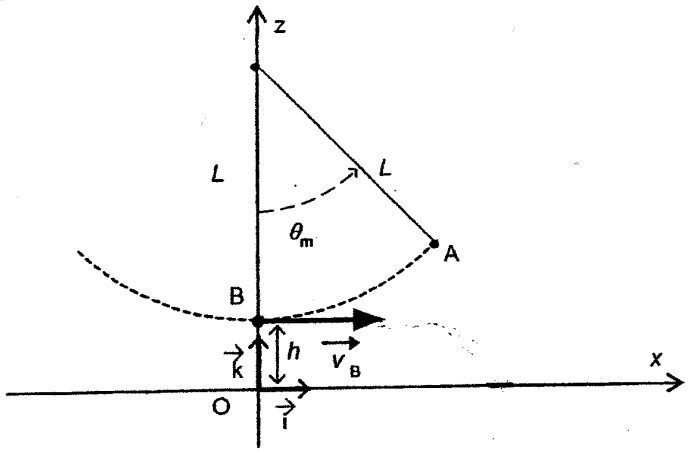
2.2. Quelle est la nature du mouvement de la bille après avoir été lâchée du point A ?

2.3. Déterminer l'abscisse x_1 de la bille lorsqu'elle atteint le sol.

On étudie maintenant le cas où la bille est lâchée du point B.
2.4. *Au cours du mouvement, l'énergie potentielle de pesanteur de la bille est maximale au point A ($\theta_A = \theta_m = 50°$) et vaut $E_{PA} = 0,34$ J.*
L'origine des énergies potentielles est choisie à l'altitude du point O tel que z = 0.
En appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique entre A et B, donner l'expression littérale de la vitesse v_B de la bille et montrer que sa valeur est $v_B = 3,6$ m.s^{-1}.

2.5. *On a représenté ci-dessous sans souci d'échelle (figure 6) le vecteur vitesse $\vec{v}_B$ de la bille, lors du second passage de Sophie par la verticale.*

Figure 6



Donner les valeurs des coordonnées v_{Bx} et v_{Bz} du vecteur vitesse $\vec{v}_B$.

2.6. En utilisant la seconde loi de Newton, donner les coordonnées a_x et a_z du vecteur accélération $\vec{a}$ de la bille au cours de sa chute.

2.7. Établir les équations horaires *x(t)* et *z(t)* en prenant pour origine des dates l'instant de passage au point B dans le sens indiqué sur la figure 6.

2.8. Montrer que l'équation de la trajectoire de la bille est de la forme : $z(x) = -\frac{1}{2}\frac{g}{v_B^2}x^2 + h$.

2.9. Donner l'expression littérale de l'abscisse x_2 de la bille lorsqu'elle atteint le sol et calculer sa valeur.

2.10. Comparer x_1 et x_2 et dire si Sophie a raison dans ce cas d'étude.

Partie 3 : corrosion et protection du fer

Dans cette partie, on s'intéresse à la corrosion du fer constituant le portique. Pour comprendre ce phénomène, on réalise au laboratoire les expériences suivantes.

A. Mise en évidence de la corrosion du fer.

On considère le dispositif expérimental représenté figure 7 :

Dans le compartiment 1, on fait barboter un courant de diazote afin de désoxygéner la solution ; dans le compartiment 2, on fait barboter du dioxygène.
Après une dizaine de minutes, on arrête les ajouts de gaz et on introduit dans chaque compartiment un gros clou en fer. On relie les deux clous en série avec un conducteur ohmique et un ampèremètre utilisé en continu.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

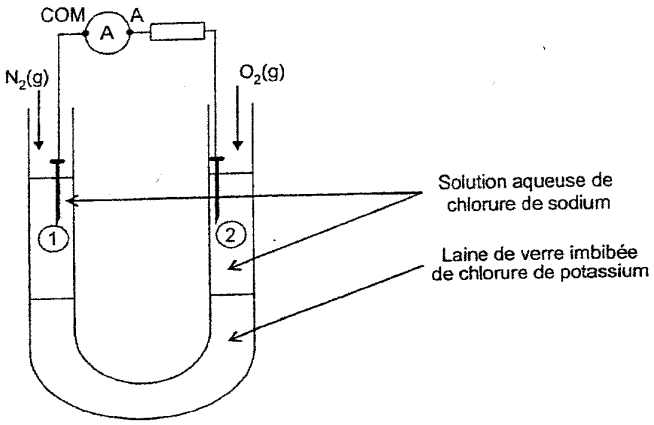


Figure 7

3.1. *L'ampèremètre indique une valeur positive.* En déduire le sens du courant puis les signes respectifs des bornes de la pile ainsi fabriquée.

3.2. Dans cette pile (figure 7), quel est le rôle de la laine de verre imbibée de chlorure de potassium ?

3.3. *Les couples oxydant-réducteur intervenant dans le fonctionnement de la pile sont :*

$Fe^{2+}(aq) / Fe(s)$ et $O_2(aq) / H_2O(\ell)$.

3.3.1. Quelle est l'espèce réduite lors du fonctionnement de cette pile ?

3.3.2. Écrire la demi-équation électronique traduisant cette réduction.

3.3.3. Comment nomme-t-on l'électrode à laquelle a lieu la réduction ?

3.3.4. *On observe à l'autre électrode une oxydation du fer.* Écrire la demi-équation électronique traduisant cette oxydation.

3.4. *On considère un morceau de fer (extrémité du portique) enfoncé en partie dans le sol.* En utilisant les conclusions des questions 3.3.1. et 3.3.4., prévoir si le métal fer sera oxydé plutôt dans le sol (zone moins aérée) ou dans l'air.

B. Protection du fer.

Pour empêcher l'oxydation du fer dans le portique, celui-ci est recouvert d'une couche de zinc métallique.

Dans l'industrie, on utilise pour cela diverses techniques en fonction du type de pièces métalliques à protéger. Une de ces techniques est l'électrozingage dont un schéma simplifié est proposé ci-dessous.

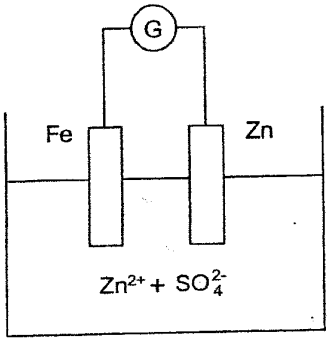


Figure 8

G représente un générateur de tension continue.

Les lames de fer et de zinc plongent dans une solution aqueuse de sulfate de zinc.

3.5. Préciser le sens du courant dans la partie métallique du circuit et les signes des bornes du générateur sachant que la lame de fer se recouvre de zinc métallique. Justifier.

EXERCICE II. UN TITRE DE TRANSPORT INTELLIGENT (5,5 points)

"Sur un objet, on peut désormais installer une étiquette contenant des données d'identification et des informations en tout genre, que des lecteurs reçoivent et décodent automatiquement" à distance. C'est ce que l'on appelle la technique d'identification par radiofréquences (RFID). Elle est utilisée par exemple dans les systèmes de contrôle d'accès aux transports en commun, type passe Navigo® de la RATP pour le métro parisien.



Les étiquettes, "souvent pas plus grosses qu'un grain de riz" sont constituées d'une "puce de silicium et d'un bobinage d'antenne encapsulés dans un module de verre ou de plastique". Elles sont placées sur les passes des abonnés, tandis que les lecteurs sont fixés dans le bâti des portes automatiques.

Lorsque l'usager approche son passe à moins de 10 cm du lecteur, l'étiquette reçoit l'onde électromagnétique, de fréquence égale à 13,56 MHz, émise par le lecteur. Cette onde "sert de source de courant pour l'étiquette", qui ne nécessite donc pas de piles. Le courant produit par la réception de cette onde dans la bobine, charge un condensateur. "La tension à ses bornes augmente et active le circuit intégré de l'étiquette, qui transmet alors son code identificateur" au lecteur, toujours par onde électromagnétique. Le lecteur identifie alors le code et actionne le mécanisme d'ouverture de la porte.

Par rapport au système classique du ticket, l'usager gagne en simplicité, et la rapidité de l'opération permet de mieux réguler le trafic, surtout en cas d'affluence.

D'après la revue "Pour la Science" N°316 de février 2004

Dans cet exercice, on étudie le mode de communication entre le lecteur et l'étiquette. On modélise ensuite une partie du circuit électronique de l'étiquette, et on vérifie la validité de ce modèle expérimental en comparant son temps de réponse à celui d'un passe Navigo®.

Les deux parties sont indépendantes.

Donnée pour l'ensemble de l'exercice :
célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}.

Partie 1 : communication entre le lecteur et l'étiquette du passe

La lumière, les rayons gamma, les infrarouges, les micro-ondes, les ondes radio, etc ... font partie de la famille des ondes électromagnétiques. La figure 9 ***DE L'ANNEXE EN PAGE 11****, précise les différents domaines de fréquence de ces sous-familles.*

1.1. En s'aidant de cette figure et du texte ci-dessus, vérifier que les ondes passant entre le lecteur et l'étiquette appartiennent bien au domaine des ondes radio.

1.2. Calculer la valeur de la longueur d'onde du signal radio lorsque celui-ci se propage dans l'air (que l'on assimilera au vide).

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Au laboratoire on peut modéliser le circuit de l'étiquette selon le schéma donné sur la figure 10 ***DE L'ANNEXE EN PAGE 11.***
Le bobinage d'antenne de l'étiquette qui reçoit l'onde radio et dans lequel naît le courant est modélisé, par souci de simplification, par un générateur idéal de tension de fem E.
La résistance R du circuit représente la résistance de l'étiquette et vaut R = 1,0 MΩ.
Lorsque le passe de l'usager est suffisamment proche du lecteur, un courant prend naissance dans le circuit, ce qui correspond à la fermeture de l'interrupteur K à la date $t_0 = 0$, et charge le condensateur de capacité C.
Quand la tension aux bornes du condensateur devient supérieure à une tension seuil, notée U_S, le composant électronique P (qui correspond au circuit intégré de réponse de l'étiquette) alimente le haut-parleur H qui émet un son.
Ainsi la réponse du modèle n'est donc pas une onde radio comme pour l'étiquette, mais une onde mécanique sonore.

1.3. Retrouver la ou les bonnes propositions, parmi les suivantes :

a. Un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde mécanique et d'une onde électromagnétique telle que la lumière.
b. Une onde mécanique, tout comme une onde électromagnétique, se propage dans le vide.
c. Une onde mécanique nécessite un milieu matériel pour se propager, alors qu'une onde électromagnétique peut se propager dans le vide.

1.4. Une onde sonore se propageant dans l'air est-elle longitudinale ou transversale ? Répondre et donner la définition du type d'onde choisi.

1.5. Quelle grandeur physique l'onde radio transfère-t-elle pour permettre à l'étiquette RFID de fonctionner sans piles ? *Ce type de transfert est d'ailleurs une propriété commune aux ondes mécaniques et aux ondes électromagnétiques.*

Partie 2 : étude du temps de réponse du modèle expérimental
On ne s'intéressera qu'à la partie A du circuit donné sur la figure 10 ***DE L'ANNEXE EN PAGE 11.***

2.1. Compléter le schéma du circuit sur la figure 10 **DE L'ANNEXE EN PAGE 11** en représentant :

- le sens de circulation du courant électrique dans la portion du circuit qui contient le condensateur lorsque l'interrupteur K est fermé. *Pour la suite on choisira ce sens comme sens positif du courant.*
- les charges $+q$ et $-q$ des armatures du condensateur.
- la flèche de la tension u_C aux bornes du condensateur et la flèche de la tension u_R aux bornes de la résistance (on utilisera la convention récepteur).

2.2. Pour un condensateur, donner les relations entre la charge q et l'intensité i, puis entre la charge q et la tension u_C, en précisant les unités des grandeurs utilisées.

2.3. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur est la suivante :

$$u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E$$

Au cours de la charge, l'évolution temporelle de la tension u_C est représentée sur la figure 11 ***DE L'ANNEXE EN PAGE 11.***
2.4. Vérifier que $u_C(t) = E(1 - e^{-t/RC})$ est bien solution de cette équation différentielle.

2.5. Vers quelle valeur tend u_C pour un temps de charge très long ?
En déduire graphiquement la valeur de E. Faire apparaître cette valeur sur la figure 11 **DE L'ANNEXE EN PAGE 11.**

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.6. Donner l'expression littérale de la constante de temps τ du circuit.
Vérifier son unité par analyse dimensionnelle.

2.7. Par un calcul, montrer que $u_C(\tau) = 0{,}63\,E$.
En déduire graphiquement la valeur de τ. Faire apparaître la construction graphique sur la figure 11 **DE L'ANNEXE EN PAGE 11.**
Calculer ensuite la valeur de la capacité C du condensateur. *On rappelle que $R = 1{,}0\ M\Omega$.*

2.8. *On constate que le composant électronique P n'alimente le haut-parleur H qu'au bout d'une durée égale à 2τ, que l'on appelle temps de réponse du circuit.*
En déduire graphiquement la valeur de la tension seuil U_S.
Le condensateur est-il complètement chargé au bout de 2τ ?
Peut-on dire que le temps de réponse du modèle est vraisemblable dans le cas de l'usage du passe Navigo® ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE DE L'EXERCICE II

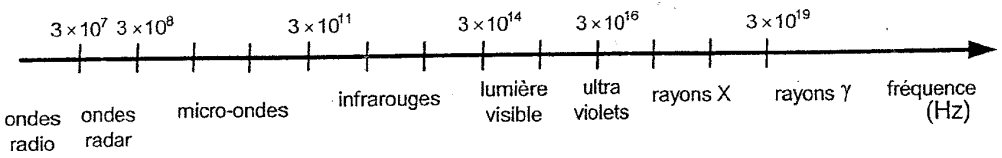


Figure 9 : Domaines de fréquences des ondes électromagnétiques

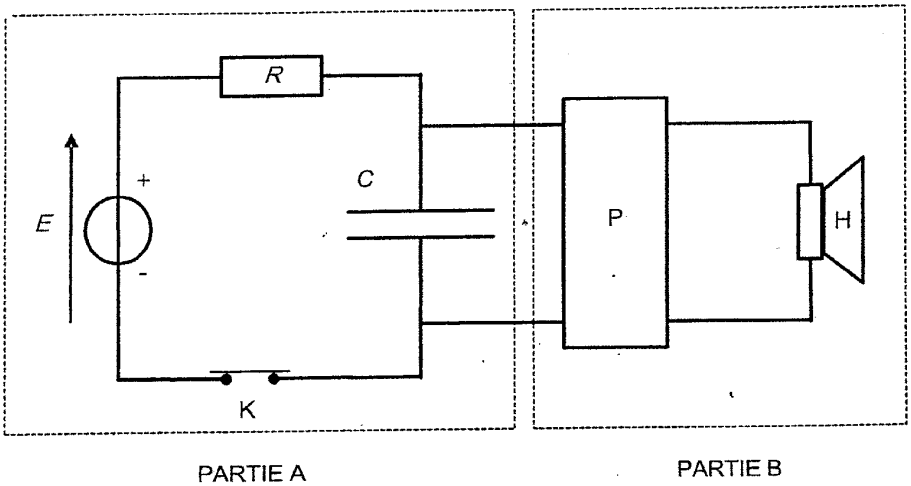


Figure 10

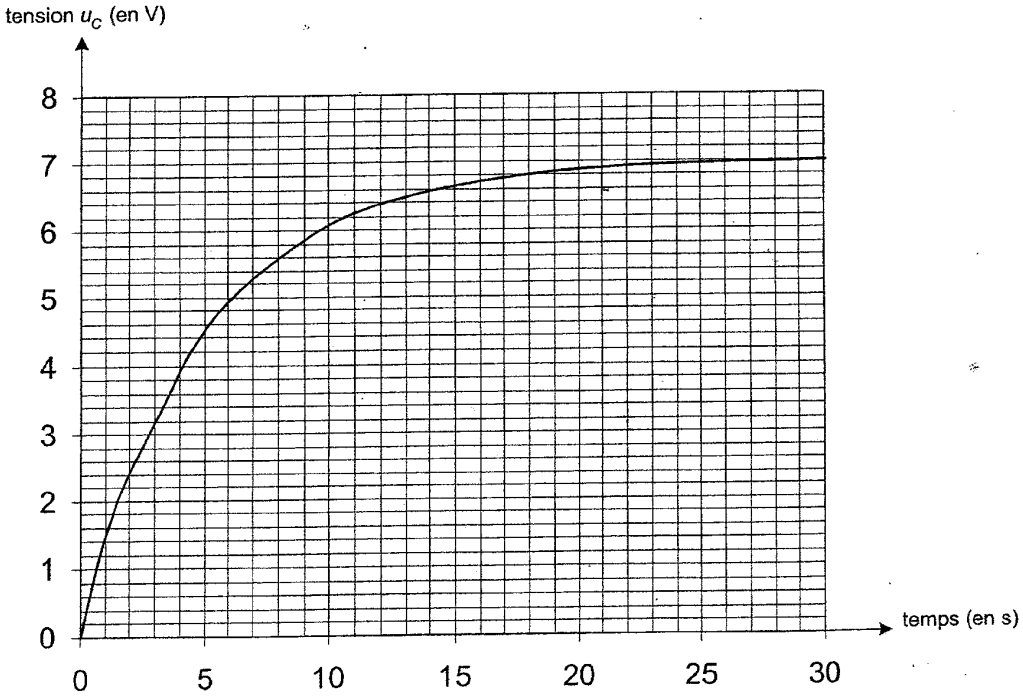


Figure 11

EXERCICE III. UN CONSTITUANT DU BEURRE (4 POINTS)

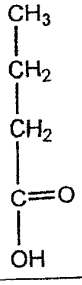
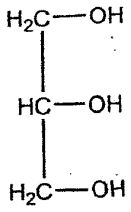
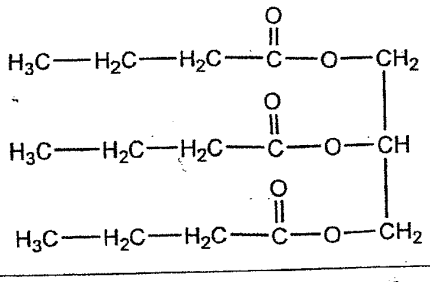
Cet exercice est un QROC (Questions à Réponses Ouvertes et Courtes). À chaque affirmation a., b., etc, répondre par « VRAI » ou « FAUX ». Toute réponse « VRAI » doit être accompagnée de justifications ou de commentaires brefs (définitions, calculs, exemples ou contre-exemples, connaissances de cours…).

Le chimiste français T.J. Pelouze fut le premier, au XIX ème siècle, à décrire la synthèse d'un triglycéride : la butyrine (notée E dans tout l'exercice), principal constituant du beurre.
Le texte ci-dessous est inspiré de son mémoire, paru dans les Annales de Chimie et Physique, en 1844 :

L'acide butyrique (ou acide butanoïque) a été découvert en 1814, parmi les produits de la saponification du beurre, par M. Chevreul, qui en a décrit l'histoire avec beaucoup de soin dans son ouvrage sur les corps gras d'origine animale. [...]
Nous nous bornerons aujourd'hui à présenter quelques observations relatives à l'action de l'acide butyrique sur la glycérine.
(1) Lorsqu'on chauffe légèrement un mélange de ces deux substances et d'acide sulfurique concentré et qu'on le verse ensuite dans une grande quantité d'eau; on voit aussitôt se séparer de la solution aqueuse une huile liquide légèrement jaunâtre notée (E). On peut laver cette huile avec de grandes quantités d'eau car elle est peu soluble dans l'eau.
(2) Si l'on mélange à chaud cette matière grasse (E) avec une solution concentrée de potasse caustique, on en retire du butanoate de potassium et de la glycérine.

Données :

La potasse caustique est une solution aqueuse concentrée d'hydroxyde de potassium ($K^+ + HO^-$)
Masse molaire de la butyrine: $M_1 = 302\ g.mol^{-1}$
Masse molaire du butanoate de potassium : $M_2 = 126\ g.mol^{-1}$

Nom du composé	*Acide butanoïque (Acide butyrique)*	*Glycérine*	*Butyrine (E)*
Formule semi-développée			

1. La réaction associée à la transformation décrite en (1) est une :
   a. estérification
   b. hydrolyse

2. La transformation décrite dans l'étape (1) est :
   a. limitée
   b. rapide

3. Lors de la transformation décrite dans l'étape (1), l'acide sulfurique joue le rôle de :

a. solvant

b. réactif

c. catalyseur

4. Le chauffage utilisé dans l'étape (1) permet de :

a. homogénéiser le milieu réactionnel

b. augmenter le rendement

c. accélérer la transformation

5. Pour séparer l'huile obtenue dans l'étape (1) de la solution aqueuse, on peut utiliser :

a. une filtration sur Büchner

b. une ampoule à décanter

c. une filtration sur papier filtre

6. La transformation citée dans l'étape (2) est une :

a. estérification

b. hydrolyse basique d'un ester

c. réaction acide-base

d. saponification

7. L'ion butanoate obtenu lors de l'étape décrite en (2) possède :

a. une partie hydrophobe

b. une partie anhydre

c. une partie hydrophile

8. *La réaction associée à la transformation citée dans l'étape (2) a pour équation :*

$(E) + 3\ K^+(aq) + 3\ HO^-(aq) = 3\ K^+(aq) + 3\ CH_3(CH_2)_2COO^-(aq) + CH_2OH\ CHOH\ CH_2OH(l)$

8.1. *On mélange 15 g de butyrine avec 0,15 mol d'hydroxyde de potassium.*
Les réactifs sont introduits dans les proportions :

a. stœchiométriques

b. non stœchiométriques : la butyrine est en excès

c. non stœchiométriques : la potasse est en excès

8.2. *On obtient une masse m = 6,3 g de butanoate de potassium.*
Le rendement de la réaction est :

a. 33%

b. 50%

c. 99%