

| | |
|---|-------------------------------------|
| REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2013 | Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES |
| | Durée : 3 h |
| | Coefficient : 3 |
| Section : Sciences Techniques | SESSION DE CONTROLE |

Le sujet comporte 5 pages. La page 5/5 est à rendre avec la feuille de copie.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1: Etude d'un document scientifique (2,5 points)

L'union des acides et des alcools

«...Les esters sont formés par l'union des acides et des alcools ; ils peuvent reproduire, en se décomposant, les acides et les alcools. [...]. En général, les expériences consistent, soit à faire agir sur un alcool pur un acide pur, les proportions de l'alcool et de l'acide étant déterminées par des pesées précises, soit à faire agir sur un ester de l'eau. Dans tous les cas de ce genre, le produit final se compose de quatre corps à savoir : l'ester, l'alcool, l'acide et l'eau. Mais ces quatre corps sont dans des proportions telles qu'il suffit de déterminer exactement la masse d'un seul d'entre eux, à un moment quelconque des expériences, pour en déduire toutes les autres, pourvu que l'on connaisse les masses des matières primitivement mélangées. [...]

Ceci posé, entre les quatre éléments (ester, alcool, acide et eau), le choix ne saurait être douteux, c'est évidemment l'acide qu'il faut déterminer... »

Tableau des résultats de Berthelot : acide éthanóique et éthanol en mélange équimolaire et à la température ambiante.

| <i>Durée de l'expérience</i> | <i>Taux d'avancement de la réaction</i> |
|------------------------------|---|
| <i>15 jours (mai 1861)</i> | <i>0,100</i> |
| <i>22 jours</i> | <i>0,140</i> |
| <i>70 jours</i> | <i>0,373</i> |
| <i>72 jours</i> | <i>0,383</i> |
| <i>128 jours</i> | <i>0,468</i> |
| <i>154 jours</i> | <i>0,481</i> |
| <i>277 jours</i> | <i>0,537</i> |
| <i>368 jours</i> | <i>0,550</i> |

D'après le mémoire de Berthelot et Péan de Saint-Gilles, publié en 1862 sous le titre "Recherche sur les affinités".

- 1- Le texte évoque deux réactions chimiques inverses l'une de l'autre. Nommer ces deux réactions.
- 2- Relever du texte une phrase qui montre que la transformation chimique faisant intervenir un acide et un alcool n'est pas totale.
- 3- Dégager, du tableau des résultats, une propriété caractéristique de la transformation chimique étudiée.
- 4- Sachant que la constante d'équilibre de la réaction étudiée est $K = 4$, montrer que l'équilibre n'a pas été atteint à l'instant $t = 368$ jours.

Exercice 2 (4,5 points)

On réalise, à 25 °C, la pile (P) symbolisée par : $\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}(\text{C}_1 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1})||\text{Fe}^{2+}(\text{C}_2)|\text{Fe}$

Les potentiels standards d'électrode des couples redox mis en jeu sont :

$$E^{\circ}_{(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})} = -0,44 \text{ V} \quad \text{et} \quad E^{\circ}_{(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd})} = -0,40 \text{ V}.$$

- 1- a- Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P).
- b- Compléter le schéma de la pile (P), donné dans la figure 1 de la feuille annexe (page 5/5 : à rendre avec la copie), avec chacune des expressions suivantes :
 électrode en Fe ; électrode en Cd ; solution en Fe^{2+} ; solution en Cd^{2+} ; pont salin.

- 2- a- Calculer la fem standard E_0 de la pile (P).
- b- Exprimer la fem initiale E de la pile (P) en fonction de C_2 .
- c- Quelle condition doit satisfaire C_2 pour que Fe soit le pôle positif de la pile (P) ?
- 3- On prendra dans ce qui suit, $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et on laissera la pile débiter dans un circuit extérieur.
- a- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément. Justifier.
- b- Calculer la valeur du rapport $\frac{C_1}{C_2}$, où C_1 et C_2 sont respectivement, les concentrations molaires des ions Cd^{2+} et Fe^{2+} lorsque la pile est usée.
- c- Montrer que C_1 et C_2 vérifient l'équation : $C_1 + C_2 = 0,101 \text{ mol.L}^{-1}$
- d- Dédurre la valeur de C_1 et la valeur de C_2 .

On suppose que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On dispose au laboratoire, de deux composants électriques: un conducteur ohmique de résistance $R = 80 \Omega$ et une bobine d'inductance L et de résistance r .

L'objectif d'une séance de TP est de déterminer les caractéristiques r et L de la bobine.

Pour cela, on choisit d'étudier l'établissement du courant dans le dipôle comportant la bobine et le conducteur ohmique, lorsque celui-ci est soumis à un échelon de tension de valeur E .

On réalise donc le montage schématisé dans la figure 2.

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution des tensions u_{AM} et u_{BM} , on relie les entrées Y_1 et Y_2 d'un oscilloscope à mémoire, respectivement, aux points A et B du circuit, tandis que sa masse est reliée au point M (figure 2).

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K. Sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les courbes e_1 et e_2 de la figure 3.

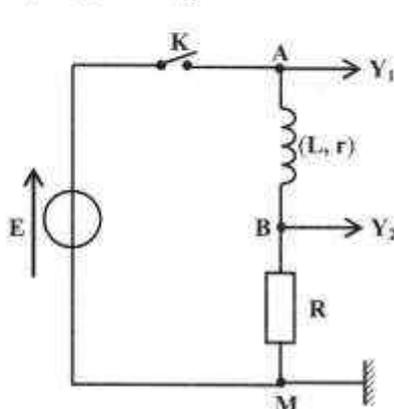


figure 2

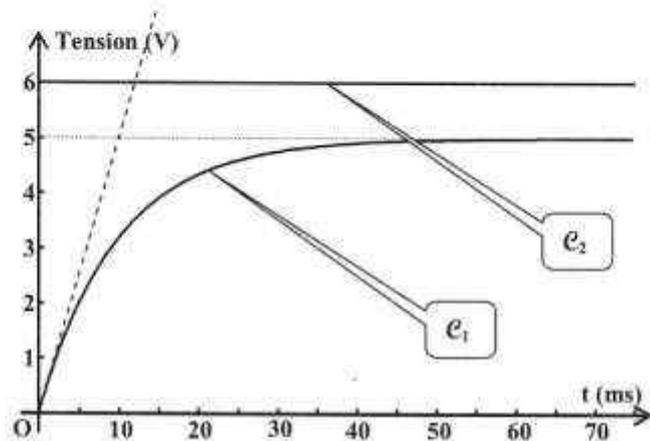


figure 3

- 1- a- Identifier, parmi les courbes e_1 et e_2 , celle qui correspond à $u_{AM}(t)$.
- b- L'une des deux courbes permet de déduire l'évolution au cours du temps, de l'intensité i du courant électrique traversant le circuit. Laquelle ? Justifier la réponse.
- c- Quelle est l'influence de la bobine sur l'établissement du courant dans le circuit ?
- 2- Montrer que l'intensité i du courant traversant le circuit est régie, par l'équation différentielle :

$$E = (R + r)i + L \frac{di}{dt}$$

- 3- a- Que devient cette équation en régime permanent ? (On notera I_0 , l'intensité du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent).
- b- En exploitant les courbes e_1 et e_2 de la figure 3, déterminer les valeurs de E , I_0 et r .

4- a- Quelle est la valeur de l'intensité i du courant à l'instant $t = 0$? Que devient alors l'équation différentielle à cet instant ?

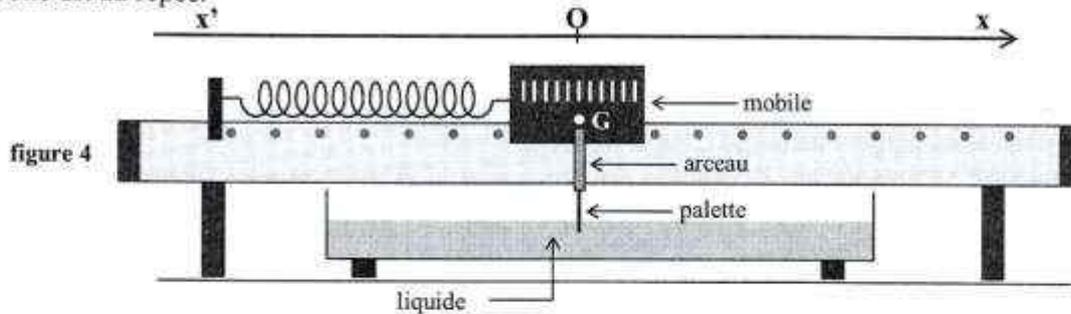
b- Dédurre qu'à l'instant $t = 0$, on a la relation suivante: $\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau}$, où τ est la constante de temps du circuit étudié.

c- On a tracé sur la **figure 3**, la tangente à la courbe e_1 à l'instant $t = 0$. En exploitant la relation précédente (question 4-b), déterminer la constante de temps τ . En déduire la valeur de L .

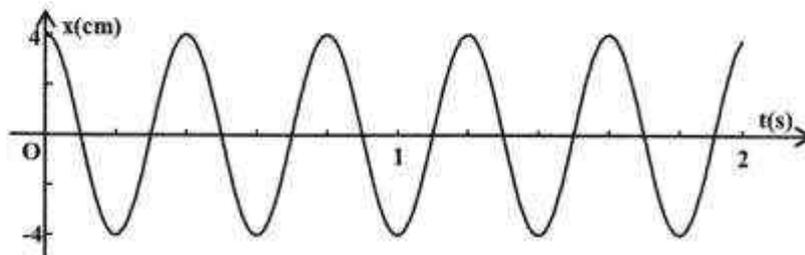
Exercice 2 (4 points)

Le dispositif de la **figure 4** comporte : un mobile de masse m , posé sur un banc à coussin d'air horizontal et attaché à un ressort de masse négligeable et de raideur k . L'autre extrémité du ressort est fixe. Le mobile est équipé d'un arceau très léger, qui supporte une palette de masse négligeable plongeant dans une cuve contenant un liquide visqueux. Au cours de son mouvement, le mobile est soumis à des frottements de type visqueux dont la résultante est $\vec{f} = -h\vec{v}$, où \vec{v} est la vitesse instantanée du centre d'inertie G du mobile et h est le coefficient de frottement. La valeur de h est réglable.

Un dispositif approprié, non représenté sur la **figure 4**, permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps, de l'élongation x du centre d'inertie G du mobile. Cette élongation est repérée sur un axe horizontal $x'Ox$. L'origine O de cet axe coïncide avec la position du centre d'inertie G lorsque le mobile est au repos.



1- On retire la palette ($h = 0$) et on réalise un premier enregistrement. On obtient la courbe représentée dans la **figure 5**.



- 1- a- Quelle est la nature des oscillations observées ?
- b- Déterminer graphiquement la valeur de la période propre T_0 du système {mobile + ressort}.
- 2- Afin de déterminer la masse m du mobile, on fixe sur celui-ci une masse additionnelle $m' = 45$ g. La période propre de l'ensemble {ressort+mobile+masse additionnelle} devient alors $T'_0 = 0,5$ s

a- Exprimer T'_0 en fonction de m , m' et k .

b- Montrer que la masse du mobile est donnée par : $m = \frac{m'}{\left(\frac{T_0'^2}{T_0^2} - 1\right)}$. Calculer la valeur de m .

- 3- Déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort.

II- On remet la palette en place puis on réalise, dans les mêmes conditions que précédemment, trois autres enregistrements, en modifiant à chaque fois la valeur du coefficient de frottement h . On obtient les courbes (a), (b) et (c) de la **figure 6** de la **feuille annexe**.

Compléter le tableau donné dans la **feuille annexe**, à rendre avec la copie, en associant chaque courbe à la valeur de h qui lui correspond. Indiquer, pour chaque enregistrement, le nom du régime correspondant (pseudo-périodique ou apériodique).

Exercice 3 (4,5 points)

Le filtre électrique schématisé dans la **figure 7**, est constitué de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 , d'un amplificateur opérationnel supposé idéal et d'un condensateur de capacité C . On applique, à l'entrée de ce filtre, une tension électrique $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable.

1- Dire, en le justifiant, si le filtre étudié est actif ou passif.

2- La tension de sortie de ce filtre est de la forme : $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi)$, avec

$$U_{Sm} = \frac{R_1 U_{Em}}{R_2 \sqrt{1 + (2\pi N R_1 C)^2}}$$

a- Montrer que la transmittance T du filtre s'exprime par : $T = \frac{T_0}{\sqrt{1 + (2\pi N R_1 C)^2}}$, où T_0 est la

transmittance maximale du filtre.

b- Préciser le comportement du filtre pour les faibles et les hautes fréquences. En déduire sa nature (passe-bas, passe-haut ou passe-bande).

c- Rappeler la condition sur T , pour qu'un filtre électrique soit passant.

d- En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C du filtre étudié.

3- L'étude de l'évolution de la transmittance T du filtre en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée, fournit la courbe de la **figure 8**.

a- Déterminer graphiquement, la valeur de T_0 et la valeur de N_C . On prendra : $\frac{\sqrt{2}}{2} = 0,7$.

b- En déduire la valeur de R_2 et la valeur de C . On donne $R_1 = 320 \Omega$.

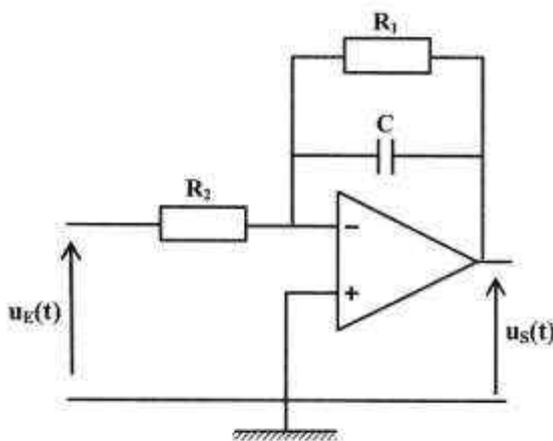


figure 7

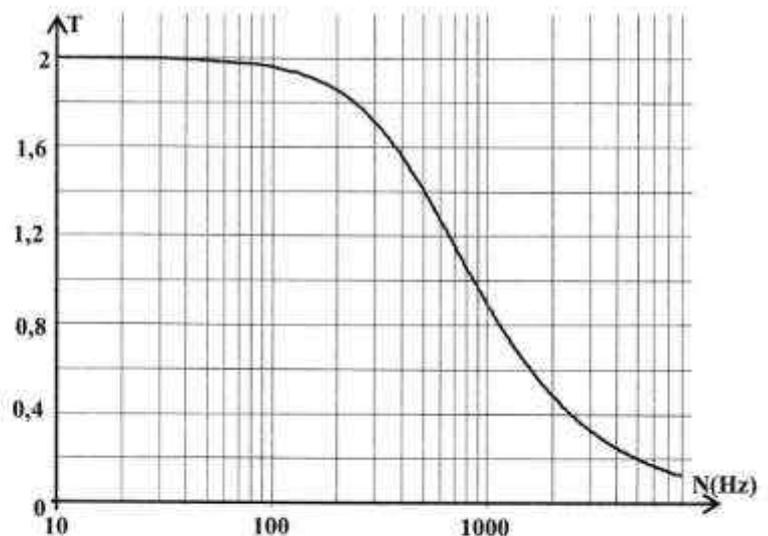


figure 8

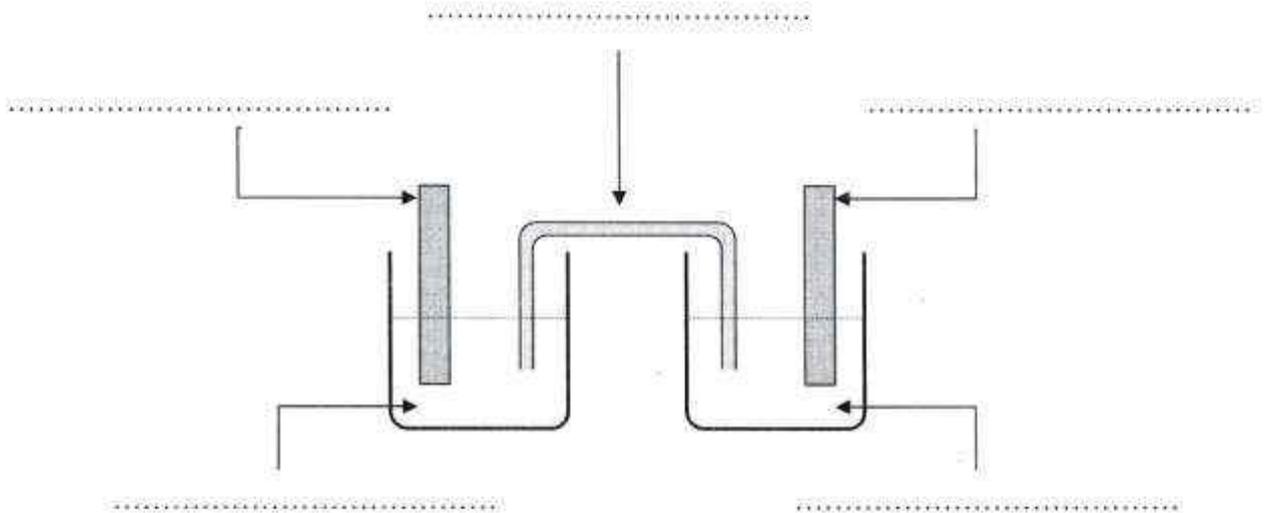


figure 1

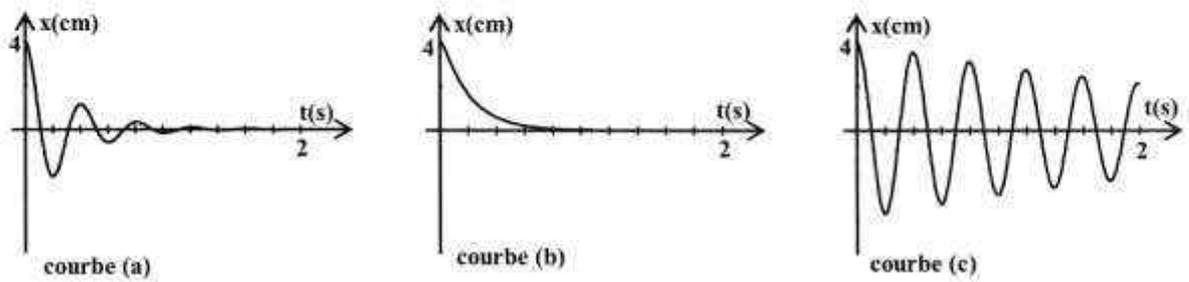


figure 6

| | Courbe représentant $x(t)$ | Nom du régime |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|
| $h = 0,05 \text{ N.s.m}^{-1}$ | | |
| $h = 0,40 \text{ N.s.m}^{-1}$ | | |
| $h = 4 \text{ N.s.m}^{-1}$ | | |