

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

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,25 points)

Pour étudier la réaction d'estérification entre l'acide éthanoïque ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) et l'éthanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), on prépare 11 ampoules identiques numérotées de 1 à 11 et on introduit dans chacune d'elles, n_0 mol d'acide éthanoïque, n_0 mol d'éthanol et deux gouttes d'acide sulfurique concentré. Les ampoules sont ensuite scellées et placées, à un instant pris comme origine des temps, dans un bain-marie maintenu à une température constante. Toutes les dix minutes, on retire, dans l'ordre de 1 à 10, une ampoule du bain-marie ; on y ajoute de l'eau glacée, puis on dose la quantité d'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C = 2 \text{ mol.L}^{-1}$. Les mesures faites ont permis de tracer la courbe de la **figure 1**, traduisant l'évolution du taux d'avancement de la réaction en fonction du temps.

La réaction étudiée a pour équation chimique: $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} \text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

- 1- a- Déterminer graphiquement la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction d'estérification.
 En déduire une première propriété caractéristique de cette réaction.
- b- Dégager à partir de la courbe, une deuxième propriété de la réaction d'estérification.
- 2- a- Dresser le tableau d'avancement de la réaction étudiée.
- b- Montrer que la constante d'équilibre de cette réaction s'exprime par : $K = \left(\frac{\tau_f}{1 - \tau_f} \right)^2$.
- c- Calculer la valeur de K .
- 3- Sachant que le dosage de la quantité d'acide éthanoïque restant dans l'ampoule n°10, à l'instant $t_{10} = 100 \text{ min}$, nécessite un volume $V = 10 \text{ mL}$ de la solution d'hydroxyde de sodium, déterminer la valeur de n_0 .
- 4- A l'instant $t_{11} = 110 \text{ min}$, on retire l'ampoule n°11 du bain-marie et on ajoute à son contenu une quantité d'eau prise à la température du mélange réactionnel. Préciser, en le justifiant, le sens dans lequel va évoluer le système.

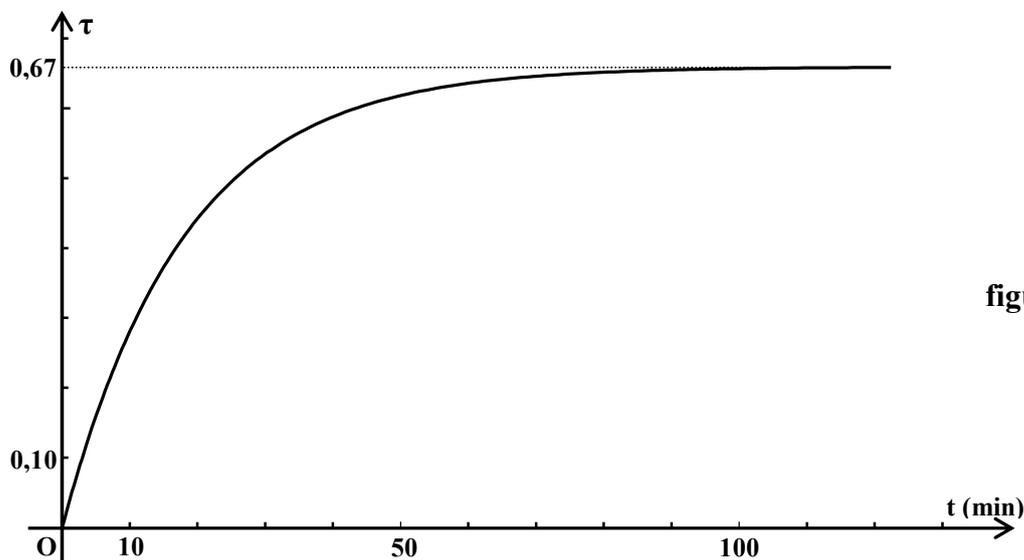


figure 1

Exercice 2 (3,75 points)

On réalise à 25 °C, une pile électrochimique (P) constituée de deux demi-piles (A) et (B), reliées par un pont salin et mettant en jeu les couples Pb^{2+}/Pb et Sn^{2+}/Sn .

- La demi-pile (A), placée à droite, est constituée d'une lame de plomb (Pb) plongée dans un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate de plomb (PbSO_4) de concentration molaire $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
- La demi-pile (B) est constituée d'une lame d'étain (Sn) plongée dans un volume $V_2 = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate d'étain (SnSO_4) de concentration molaire $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

On suppose que durant le fonctionnement de la pile, aucune des lames ne disparaisse complètement et que les volumes des solutions dans les deux demi-piles restent inchangés.

- 1- Donner le symbole de la pile (P) et écrire l'équation chimique qui lui est associée.
- 2- a- Déterminer la valeur de la fem initiale E de la pile (P).
b- Préciser, en le justifiant, la borne positive de cette pile.
- 3- A un instant pris comme origine des temps, on ferme la pile (P) sur un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique.
 - a- Ecrire les équations chimiques des transformations qui se déroulent au niveau des électrodes de la pile au cours de son fonctionnement.
 - b- En déduire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément dans la pile.
 - c- A un instant ultérieur de date t_1 , la masse de l'une des deux électrodes diminue de 86,9 mg.
 - i- De quelle électrode s'agit-il ? Justifier.
 - ii- Déterminer à cet instant, la molarité des ions Pb^{2+} dans la demi-pile (A) ainsi que celle des ions Sn^{2+} dans la demi-pile (B).
 - iii- La pile débite-t-elle du courant dans le circuit extérieur pour $t \geq t_1$? Justifier.

Données :

- potentiel standard d'électrode du couple Pb^{2+}/Pb : $E_1^0 = -0,13 \text{ V}$
- potentiel standard d'électrode du couple Sn^{2+}/Sn : $E_2^0 = -0,14 \text{ V}$
- masses molaires: $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g.mol}^{-1}$

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (6,5 points)

Le pendule élastique de la figure 2 est constitué d'un solide (S) de masse $m = 198 \text{ g}$ et de centre d'inertie G, attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support immobile.

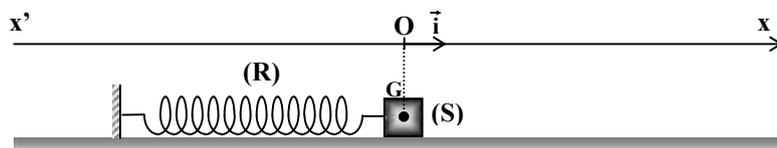


figure 2

A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère (O, \vec{i}) de l'axe $x'x$.

On désigne par $x(t)$ l'abscisse de G à un instant de date t, dans le repère (O, \vec{i}) et par $v(t)$ la valeur de sa vitesse à cet instant.

On utilise ce pendule, pour réaliser les deux expériences suivantes:

Expérience 1: On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance a , puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant de date $t = 0$. Le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point O. A un instant de date t , le système {(S) + (R)} est représenté sur la **figure 3 de l'annexe (page 5/5)**. Les frottements sont supposés négligeables.

- 1- a- Représenter sur la **figure 3 de l'annexe**, les forces extérieures exercées sur (S).
 b- En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de G peut se mettre sous la forme : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \beta x(t) = 0$; où β est une constante que l'on exprimera en fonction de k et m .
 c- Sachant que l'équation différentielle précédente admet une solution de la forme $x(t) = a \sin(2\pi N_0 t + \varphi_x)$, montrer que la fréquence propre N_0 des oscillations de G s'exprime par : $N_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$. Calculer sa valeur.
- 2- a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système {(S) + (R)} en fonction de m , k , x et v .
 b- Montrer que le système {(S) + (R)} est conservatif.
 c- Sachant que $E = 0,025 \text{ J}$, déterminer la valeur de a .
- 3- En exploitant les conditions initiales, déterminer la valeur de la phase initiale φ_x de $x(t)$.

Expérience 2: A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur (S) une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi N t) \vec{i}$ d'amplitude F_m constante et de fréquence N réglable. Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis à une force de frottement \vec{f} de type visqueux portée par l'axe $x'x$, opposée au mouvement de (S) et telle que $\vec{f} = -h\vec{v}$; où h est une constante positive.

La loi horaire du mouvement du centre d'inertie G de (S) est de la forme : $x(t) = X_m \sin(2\pi N t + \varphi)$

avec
$$X_m = \frac{F_m}{\sqrt{4\pi^2 h^2 N^2 + (k - 4m\pi^2 N^2)^2}}$$
.

- 1- Les oscillations effectuées par G sont-elles libres ou forcées ? Justifier.
- 2- Pour une valeur N_1 de la fréquence de la force excitatrice, l'amplitude X_m des oscillations de G passe par un maximum.
 a- Donner le nom du phénomène dont l'oscillateur est le siège à la fréquence N_1 .
 b- Montrer que N_1 est donnée par : $N_1 = \sqrt{N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}}$.
- 3- Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (c₁) et (c₂) de la **figure 4 de l'annexe (page 5/5)**. Elles traduisent les variations de X_m et de V_m en fonction de N ; V_m étant l'amplitude de la vitesse instantanée $v(t)$.
 a- Justifier que la courbe (c₁) correspond aux variations de X_m en fonction de N .
 b- En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer la valeur du coefficient de frottement h ainsi que celle de l'amplitude F_m .
 c- Déterminer pour $N = 1,6 \text{ Hz}$, la valeur de la phase initiale φ de l'élongation $x(t)$.

Exercice 2 (4 points)

A l'aide d'un condensateur de capacité C et d'un conducteur ohmique de résistance $R = 480 \Omega$, on réalise un filtre électrique (F). L'entrée de ce filtre est alimentée par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$, d'amplitude $U_{E\max}$ constante et de fréquence N réglable. La tension de sortie $u_S(t)$ de ce filtre est également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée et

d'amplitude
$$U_{S\max} = \frac{U_{E\max}}{\sqrt{1+(2\pi NRC)^2}}$$
.

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance $T = \frac{U_{S_{\max}}}{U_{E_{\max}}}$ vérifie la condition :

$$T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}} ; \text{ où } T_0 \text{ est la valeur maximale de } T. \text{ On prendra } \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,7.$$

- 1- Définir un filtre électrique.
- 2- Préciser, en le justifiant, si le filtre réalisé est :
 - passif ou actif ;
 - passe bas, passe haut ou passe bande.
- 3- Schématiser le filtre (**F**) en précisant la tension d'entrée et la tension de sortie.
- 4- Etablir l'expression de la fréquence de coupure N_C de ce filtre.
- 5- La courbe traduisant l'évolution de l'amplitude $U_{S_{\max}}$ de la tension de sortie en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée est donnée par la **figure 5 de l'annexe (page 5/5)**.
En exploitant cette courbe, déterminer :
 - a- la valeur de l'amplitude $U_{E_{\max}}$ de la tension d'entrée ;
 - b- la fréquence de coupure N_C du filtre. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

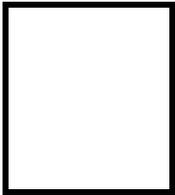
Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 points)

Qu'est-ce qu'une onde ?

« ... Le vent, en passant sur un champ de céréales, fait naître une onde qui se propage à travers tout le champ. Il y a deux mouvements tout à fait différents impliqués, celui de l'onde qui se propage à travers tout le champ et celui des plantes séparées qui subissent seulement de petites oscillations dans la direction de propagation de l'onde. Nous avons tous vu des ondes qui se répandent en cercles de plus en plus larges quand une pierre est jetée dans un bassin d'eau. Là aussi, le mouvement de l'onde est très différent de celui des particules d'eau. Les particules vont simplement de haut en bas. Le mouvement de l'onde est celui d'un état de la matière et non de la matière même. Un bouchon de liège flottant sur l'eau le montre clairement, car il se déplace de haut en bas en imitant le mouvement réel de l'eau, au lieu d'être transporté par l'onde ... »

D'après Albert Einstein et Léopold Infeld, L'Evolution des idées en physique

- 1- La propagation d'une onde mécanique se fait-elle, avec ou sans transport de matière ? Justifier votre réponse à partir du texte.
- 2- Quand on jette une pierre dans l'eau d'un bassin, on crée une onde qui se répand en cercles à la surface de l'eau.
 - a- Comparer la direction de la propagation de l'onde à celle de la déformation de la surface de l'eau.
 - b- En déduire la nature, transversale ou longitudinale, de cette onde.
 - c- Ces cercles disparaissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'impact de la pierre. Préciser la cause principale de leur disparition.
- 3- L'onde produite par le vent, dans un champ de céréales, constitue-t-elle une onde transversale ou longitudinale ? Justifier à partir du texte.



Section : N° d'inscription : Série :
 Nom et prénom :
 Date et lieu de naissance :



Signatures des
surveillants
.....
.....

Epreuve : sciences physiques (sciences techniques)

Annexe à rendre avec la feuille de copie

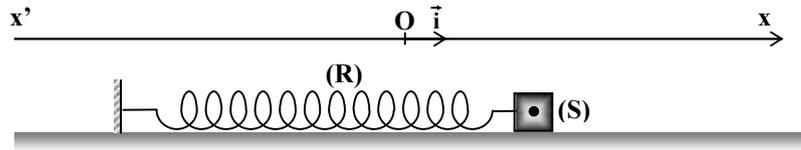


figure 3

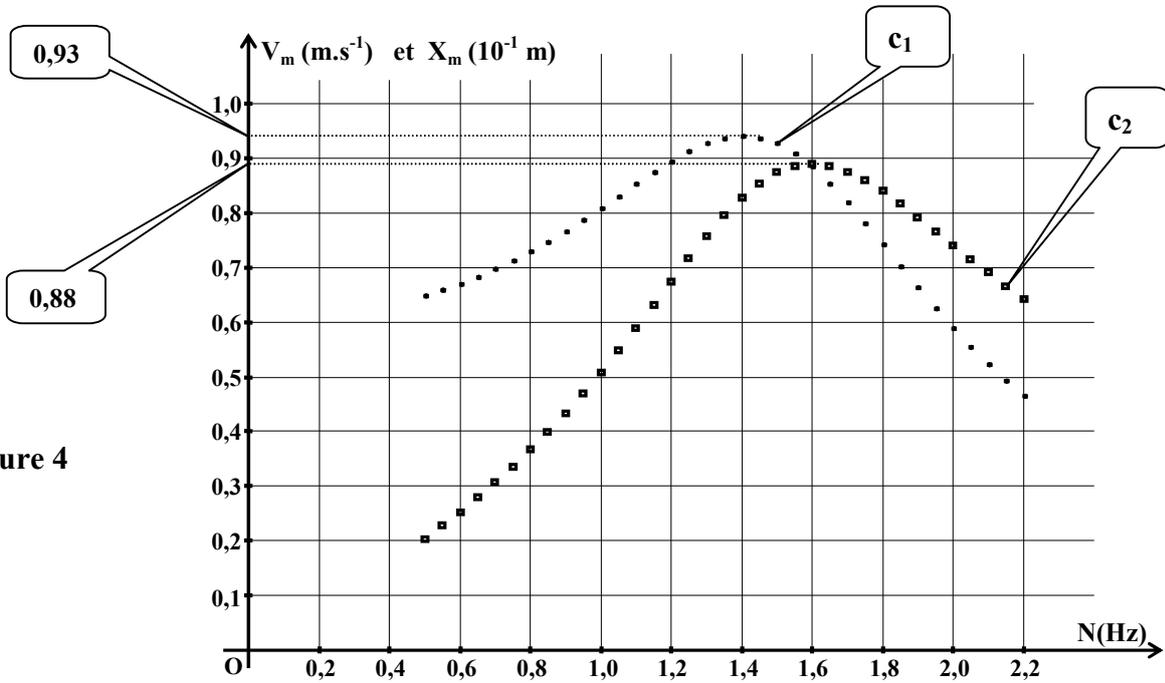


figure 4

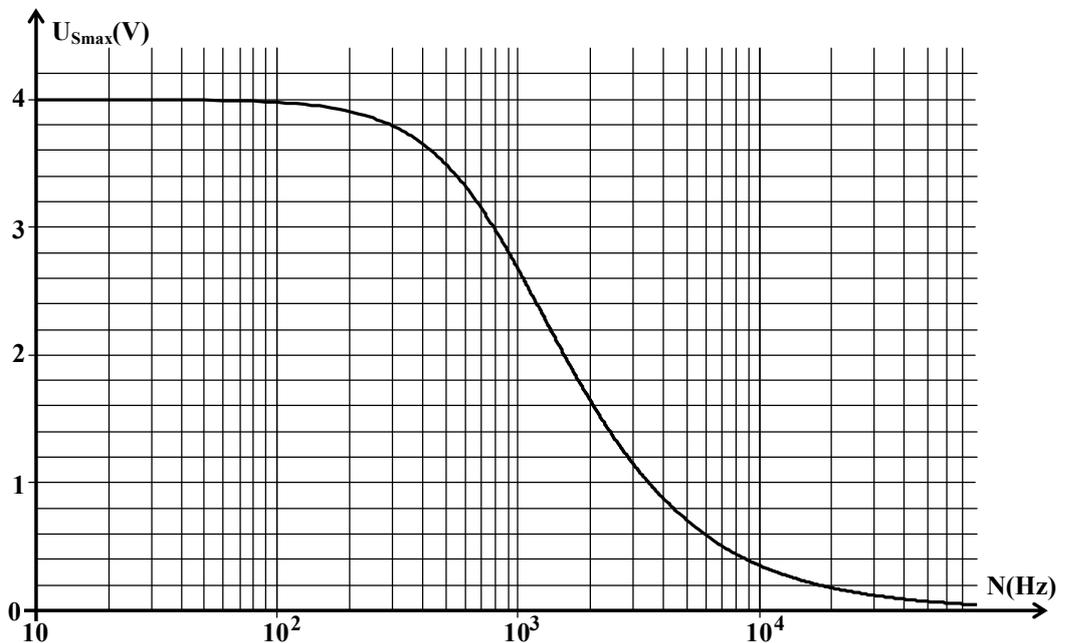


figure 5