

N° d'inscription

--	--	--	--	--	--

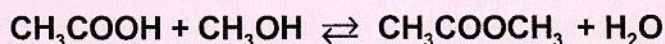
Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à compléter et à rendre avec la copie.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On se propose d'étudier l'évolution au cours du temps de la réaction chimique d'estérification entre l'acide éthanóique (CH_3COOH) et le méthanol (CH_3OH) modélisée par l'équation suivante :



On prépare une série de tubes à essais numérotés de **1** à **10**, munis chacun d'un réfrigérant à air et placés dans un bain d'eau glacée. Chaque tube contient un mélange formé de n_0 moles de méthanol, αn_0 moles d'acide éthanóique (α étant un réel supérieur ou égal à 1) et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable.

Le tube n° 1 demeure dans le bain d'eau glacée, alors que les autres tubes (numérotés de 2 à 10) sont placés à $t = 0$ dans un bain marie à une température θ adéquate.

À différentes dates, on retire dans l'ordre l'un des tubes à essais et on dose immédiatement l'acide restant dans ce tube par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire $C_b = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

On désigne par V_E , le volume de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium relatif à la neutralisation de l'acide éthanóique restant dans un tube donné.

Durant cette expérience, on constate que :

- pour le tube n° 1, le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence est égal à **30 mL** ;
- pour chacun des tubes numérotés **8**, **9** et **10**, le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence est égal à **14,3 mL**.

1) Préciser le rôle du bain d'eau glacée.

2) Déterminer la quantité de matière initiale d'acide éthanóique dans chacun des tubes.

3) a- Dresser le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction d'estérification étudiée dans chacun des tubes à essais.

b- Exprimer x en fonction de α , n_0 , C_b et V_E .

4) Les résultats obtenus au cours des différents dosages, permettent de tracer la courbe d'évolution du taux d'avancement τ de la réaction d'estérification en fonction du volume V_E . Une partie de cette courbe est donnée sur la **figure 1**.

a- Montrer que : $\tau = \alpha - \frac{C_b V_E}{n_0}$.

b- En exploitant la courbe de la **figure 1**, déterminer : n_0 , τ_f et α ; avec τ_f le taux d'avancement final de la réaction étudiée.

c- Vérifier que la constante d'équilibre relative à la réaction d'estérification est **K = 4**.

5) On reprend l'expérience précédente en choisissant $\alpha = 1$.

Préciser en justifiant la réponse si le volume V_E de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence, lorsque le nouvel équilibre chimique est atteint, est supérieur, inférieur ou égal à **14,3 mL**.

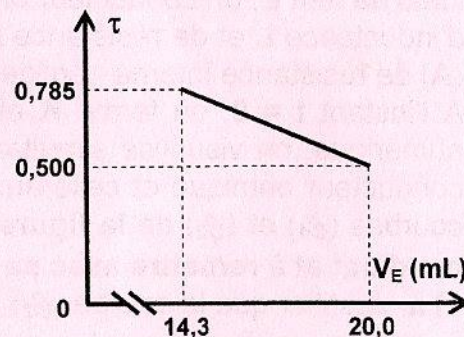


Figure 1

Exercice 2 (4,5 points)

- À 25 °C, on réalise la pile électrochimique (P) à l'aide des deux demi-piles (A) et (B) suivantes :
- la demi-pile (A), placée à gauche, est constituée d'une lame d'étain (Sn) qui plonge dans une solution aqueuse contenant des ions Sn^{2+} de concentration molaire C_0 ;
 - la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame de plomb (Pb) qui plonge dans une solution aqueuse contenant des ions Pb^{2+} de même concentration molaire C_0 .

Les solutions aqueuses des deux demi-piles ont le même volume $V_0 = 100 \text{ mL}$.

Au cours du fonctionnement de la pile, on négligera toute variation de volume et on supposera qu'aucune lame ne sera complètement consommée.

I/ La mesure de la fem initiale de la pile (P) donne $E_i = 0,01 \text{ V}$.

- 1) Écrire l'équation chimique associée à la pile (P).
- 2) a- Préciser la borne positive de la pile (P).
b- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation associée à la pile (P).
c- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples Pb^{2+}/Pb et Sn^{2+}/Sn .
- 3) On relie les bornes de la pile (P) à un circuit électrique extérieur comportant un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur. À l'instant $t = 0$, on ferme le circuit. On observe la formation progressive d'un dépôt métallique sur l'une des deux lames. Lorsque l'ampèremètre indique une intensité nulle, la masse de ce dépôt est $m = 755,5 \text{ mg}$.
a- Écrire l'équation de la réaction qui se déroule spontanément lorsque la pile débite du courant électrique dans le circuit extérieur.
b- Identifier le dépôt métallique formé.
c- Déterminer C_0 .

II/ On reprend la pile (P) dans les mêmes conditions initiales de la partie I.

On désire inverser la polarité de cette pile et ce, en procédant par dilution de la solution de l'un des deux compartiments (A) ou (B). Pour cela, on ajoute un volume V_e d'eau pure dans le compartiment adéquat.

- 1) Préciser en le justifiant, le compartiment dans lequel on doit ajouter de l'eau pure.
- 2) Établir la relation $E = 0,01 - 0,03 \log(1 + \frac{V_e}{V_0})$; où E désigne la fem de la pile (P) après

l'addition du volume V_e d'eau et $\log$ désigne le logarithme décimal.

- 3) Déterminer V_{emin} , le volume minimal d'eau, à partir duquel l'ajout de l'eau permet d'inverser la polarité de la pile.

On donne les masses molaires de Pb et de Sn : $M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

Le circuit de la figure 2 comporte un générateur de tension supposé idéal de fem E , un conducteur ohmique de résistance R , une bobine (B) d'inductance L et de résistance r , un interrupteur K et un ampèremètre (A) de résistance interne négligeable, tous montés en série.

À l'instant $t = 0$, on ferme K et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire numérique, on visualise simultanément la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et celle aux bornes du générateur. On obtient les courbes ($\mathcal{C}_1$) et ($\mathcal{C}_2$) de la figure 3 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie).

- 1) a- Justifier que la courbe ($\mathcal{C}_2$) correspond à $u_R(t)$.
b- Nommer le phénomène responsable du retard de l'établissement du régime permanent.
- 2) Lorsque le régime permanent est établi, l'ampèremètre indique une intensité constante de valeur $I_0 = 98 \text{ mA}$. En exploitant les courbes de la figure 3 :
a- donner la valeur de E ;
b- déterminer les valeurs de R et r ;
c- relever la valeur de la tension $u_R(t)$ à l'instant t_1 . Déduire qu'à cet instant t_1 , la valeur de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine (B) est : $u_B(t_1) = u_R(t_1) = \frac{E}{2}$.

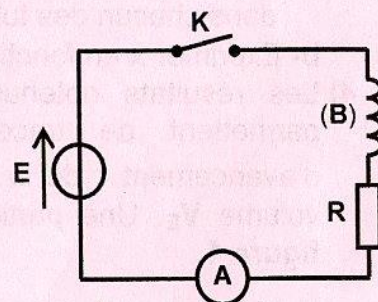


Figure 2

3) On désigne par :

- $e(t)$, la force électromotrice d'auto-induction de la bobine (B) à un instant t ;
- p , la pente de la tangente à la courbe ($\mathcal{C}_2$) à un instant t ;
- τ , la constante de temps du circuit étudié.

a- Établir la relation $e(t) = -\frac{L}{R}p$.

b- Montrer qu'à l'instant t_1 , la fem d'auto-induction est $e(t_1) = e_1 = \frac{E}{2}(\frac{r}{R} - 1)$. Calculer sa valeur.

c- Dédurre que $L \approx 0,1 \text{ H}$.

d- Déterminer la valeur de τ . Comparer τ à t_1 .

e- Représenter sur la **figure 3** de la **page 5/5**, l'allure de la courbe ($\mathcal{C}_3$) traduisant l'évolution au cours du temps de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine.

4) Dans le cas général, si on modifie les grandeurs caractéristiques de la bobine (B) utilisée dans le circuit de la **figure 2**, il est nécessaire de choisir convenablement la valeur de la résistance R du conducteur ohmique pour que $u_B(t)$ soit égale à $u_R(t)$ à l'instant $t = \tau$.

Montrer que dans ces conditions, le rapport $\frac{r}{R}$ doit prendre une valeur constante que l'on déterminera.

On rappelle que l'intensité du courant électrique est exprimée par : $i(t) = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-t/\tau})$.

Exercice 2 (3,5 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à onde contenant de l'eau ayant la même profondeur en tout point. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à onde en un point O. En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point O des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence N . Ainsi, une onde progressive de longueur d'onde λ , prend naissance au point O à l'instant $t = 0$ et se propage à la surface de l'eau avec une célérité v considérée constante. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni atténuation de l'onde au cours de sa propagation.

I/ L'équation horaire du mouvement du point O s'écrit : $y_O(t) = a \sin(2\pi Nt)$; $t \geq 0$.

Le diagramme du mouvement d'un point A de la surface libre de l'eau, situé au repos à une distance $OA = 1 \text{ cm}$ du point O, est donné par la **figure 4**.

1) En exploitant le diagramme de la **figure 4**, déterminer :

- a- la valeur de la fréquence N ;
- b- la valeur de la célérité v .

2) Dédurre la valeur de la longueur d'onde λ .

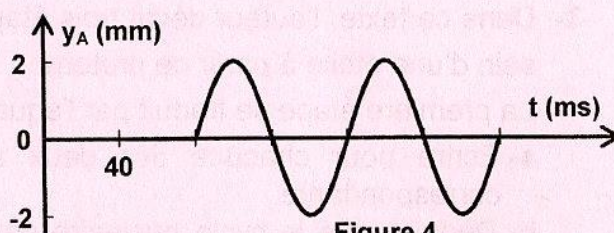


Figure 4

II/ À un instant $t_0 > 0$, le vibreur s'arrête instantanément pendant une durée Δt puis, il redémarre de nouveau avec la même fréquence N . Le point O reprend alors son mouvement à l'instant $t_0 + \Delta t$.

La **figure 5** représente à un instant $t_2 > t_0 + \Delta t$, l'aspect d'une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par O.

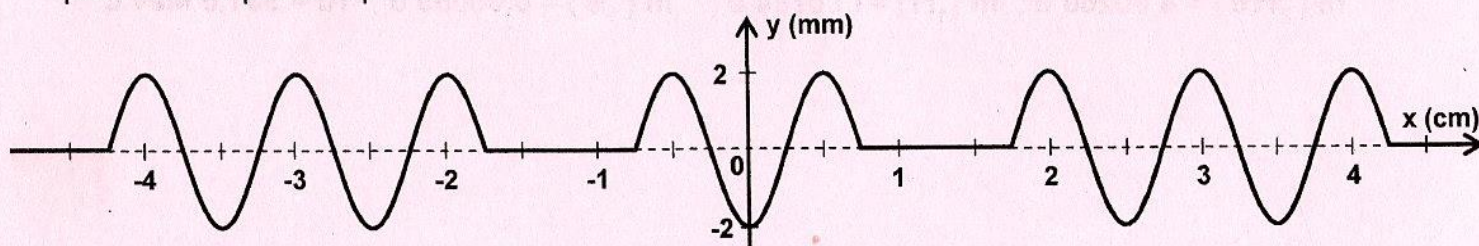


Figure 5

- 1) En exploitant la courbe de la **figure 5**, déterminer :
 - a- l'élongation du point **A** à l'instant t_2 ;
 - b- la durée Δt ;
 - c- les instants t_0 et t_2 .
- 2) Représenter sur la **figure 6** de la **page 5/5**, le diagramme de mouvement du point **O** dans l'intervalle de temps $[0 ; t_2]$.

Exercice 3 (2,5 points) « Étude d'un document scientifique »

Formation de l'hélium

...Les étoiles de première génération, qui ne renfermaient que de l'hydrogène et de faibles quantités d'hélium, devaient être constituées d'une boule de gaz qui se contractait du fait de sa propre gravitation et dont le centre s'échauffait avec la transformation de l'énergie gravitationnelle en chaleur. L'élévation de la température accélère le mouvement des particules au cœur des jeunes étoiles et entraîne des collisions plus violentes. À quelques milliers de degrés, les électrons sont arrachés des atomes, laissant des nuées de protons (noyaux d'hydrogène) qui s'entrechoquent, sans répit.

À près de 10 millions de degrés Celsius, deux protons qui se rencontrent fusionnent ; chacun est porteur d'une charge positive. En fusionnant, ils émettent un positon, particule élémentaire à charge positive qui est l'antiparticule de l'électron, et l'un des protons se transforme en un neutron. La combinaison d'un proton et d'un neutron forme un deutéron, le noyau d'un atome d'hydrogène lourd, le deutérium.

En heurtant un autre proton, le deutéron peut s'y fixer pour donner le noyau d'un atome d'hélium-3, qui est constitué de deux protons et d'un neutron.

Deux de ces noyaux d'hélium-3 donnent en fusionnant un noyau d'hélium-4 composé de deux protons et de deux neutrons, et libèrent deux protons qui retournent dans la marmite stellaire.

Tout ce cycle a pour résultat de convertir quatre protons en un noyau d'hélium-4 et de produire de l'énergie...

D'après « Le courrier de l'UNESCO », septembre 1984.

- 1- Définir la fusion nucléaire.
- 2- En se référant au texte :
 - a- donner la cause de l'élévation de la température du centre d'une étoile de première génération ;
 - b- citer deux effets de l'élévation de la température au centre de cette étoile.
- 3- Dans ce texte, l'auteur décrit trois étapes principales pour la formation de l'hélium ${}^4_2\text{He}$ au sein d'une étoile à partir de protons.
 La première étape se traduit par l'équation suivante : ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\text{e}$.
 - a- Écrire pour chacune des deux autres étapes, l'équation de la réaction nucléaire correspondante.
 - b- Dédire que le cycle nucléaire décrit dans le texte peut être symbolisé par l'équation suivante : $a {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + b {}^0_1\text{e}$, où **a** et **b** sont deux entiers à déterminer.
 - c- Calculer en **Mev**, l'énergie **W** libérée par la formation d'un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

On donne :

$$m({}^4_2\text{He}) = 4,00260 \text{ u} ; m({}^1_1\text{H}) = 1,00784 \text{ u} ; m({}^0_1\text{e}) = 0,00055 \text{ u} ; 1\text{u} = 931,5 \text{ Mev} \cdot \text{c}^{-2}.$$



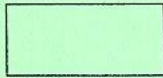
Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....
.....



Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session principale (2025)
Annexe à rendre avec la copie

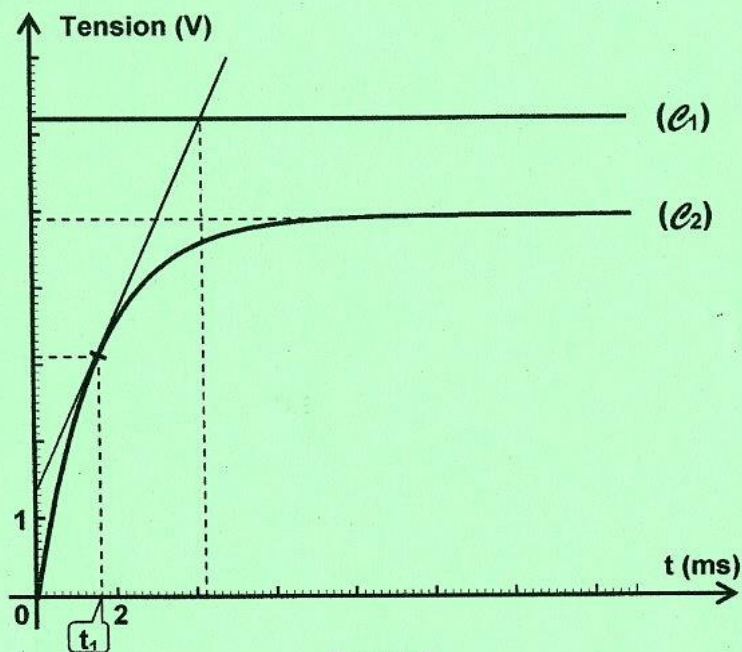


Figure 3

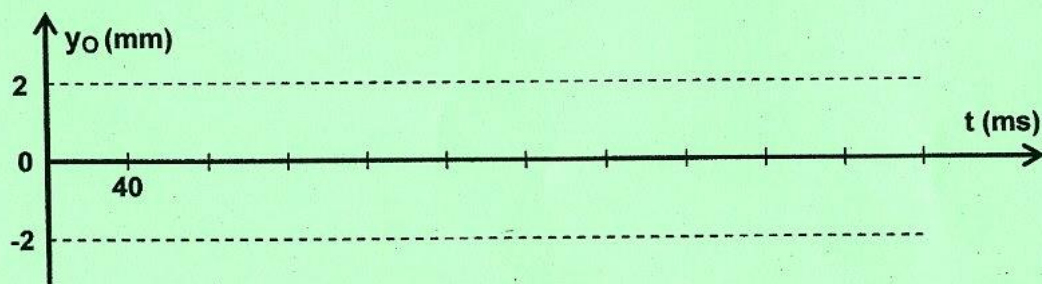


Figure 6