

SECTION : MATHÉMATIQUES
ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 4

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

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

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 : (3 points)

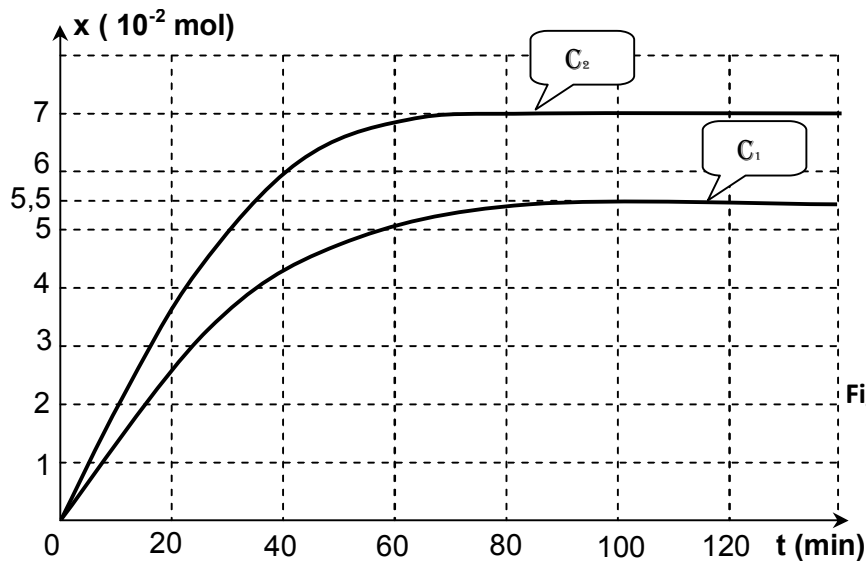
On prépare deux mélanges (M_1) et (M_2) comportant chacun de l'éthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, de l'acide éthanoïque CH_3COOH et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (dont on négligera le volume).

Pour chaque mélange, des échantillons à égal volume sont répartis en dix tubes à essais.

Les tubes sont placés à un instant de date $t = 0$ dans un bain-marie maintenu à une température constante $\theta_1 = 80^\circ\text{C}$. La réaction qui se produit est modélisée par l'équation suivante :



Une étude expérimentale appropriée permet de tracer pour (M_1) et (M_2), respectivement les courbes (C_1) et (C_2) (voir figure 1) traduisant l'évolution de l'avancement x au cours du temps.



- Sachant que le mélange (M_1) est équimolaire et que le taux d'avancement final correspondant est $\tau_{F1} = 0,67$.
 - Déterminer la composition initiale dans chaque échantillon de ce mélange.
 - Calculer la constante d'équilibre K correspondant à la réaction qui se produit.
- Pour le mélange (M_2), la composition initiale de chaque échantillon est de $8,25 \cdot 10^{-2}$ mol d'éthanol et de $16,5 \cdot 10^{-2}$ mol d'acide éthanoïque.
 - Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_{F2} pour ce mélange.
 - Comparer la valeur de τ_{F1} à celle de τ_{F2} et justifier l'écart trouvé.
- Montrer que la constante d'équilibre de la réaction d'estérification est indépendante de la composition initiale de chaque mélange en éthanol et en acide éthanoïque.

Exercice 2 : (4 points)

A 25°C, on réalise la pile électrochimique symbolisée par :



La constante d'équilibre relative à l'équation associée à cette pile est $K = 10^{-16}$.

Les solutions dans les deux compartiments de gauche et de droite ont le même volume V . L'une est constituée d'une solution aqueuse de nitrate de cuivre II $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ et l'autre d'une solution de nitrate d'étain $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$.

- 1) L'électrode positive de cette pile est le cuivre.
 - a- Faire le schéma de la pile ainsi réalisée.
 - b- Ecrire les équations modélisant les transformations qui se produisent au niveau des deux électrodes.
 - c- Ecrire l'équation de la réaction spontanée qui se produit quand la pile débite.
- 2) a- Déterminer à l'instant initial, la fonction des concentrations Π relative à l'équation associée à la pile.
 - b- Justifier que la valeur trouvée, pour la fonction des concentrations Π , est cohérente avec la polarité proposée.
- 3) a- Calculer la fem normale E° de cette pile.
 - b- Comparer les pouvoirs réducteurs du cuivre et de l'étain.
- 4) A un instant ultérieur t_1 , la fem de cette pile est $E_1 = -0,46 \text{ V}$.
Déterminer les valeurs des concentrations en ions Cu^{2+} et Sn^{2+} .
- 5) En déduire, sans faire de calcul, la valeur approximative de la concentration en ions Sn^{2+} lorsque la pile est usée (ne débite plus de courant électrique).
On suppose qu'aucune électrode ne disparaît au cours du fonctionnement.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 : (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La résonance : l'ennemi des organes

... Chaque objet, selon sa composition, sa taille, son poids... a tendance à vibrer à une fréquence particulière. Cette fréquence de vibration naturelle est appelée fréquence de résonance. Une machine vibrante transmet la quantité maximale d'énergie à un objet lorsqu'elle vibre à la fréquence de résonance de l'objet. Lorsqu'une personne est en contact avec une machine vibrante, l'énergie de vibration est transmise à son corps.

... Les effets de l'exposition aux vibrations dépendent de la fréquence de vibration. Chaque organe du corps a sa propre fréquence de résonance. Lorsque l'exposition se produit à une des fréquences de résonance des organes ou au voisinage d'une de ces fréquences, l'effet résultant sur les troubles de l'intestin et de l'appareil circulatoire, ainsi que des systèmes musculo-squelettique et neurologique est grandement accru.

D'après le conte Canadien d'hygiène et de sécurité au travail

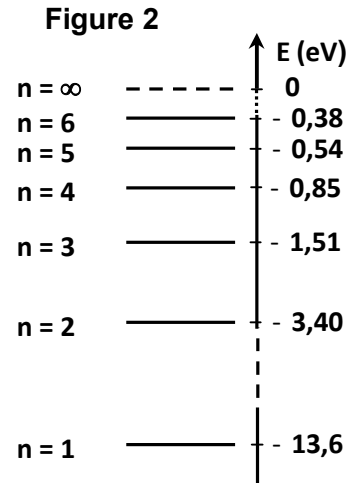
- 1) Relever du texte un argument qui montre que la fréquence particulière d'un objet vibrant représente sa fréquence propre.
- 2) Préciser le rôle joué par la machine vibrante vis-à-vis d'une personne qui lui est en contact.
- 3) Relever du texte les expressions indiquant qu'une machine présente un danger vis-à-vis d'une personne dans le cas de résonance.

Exercice 2 : (5 points)

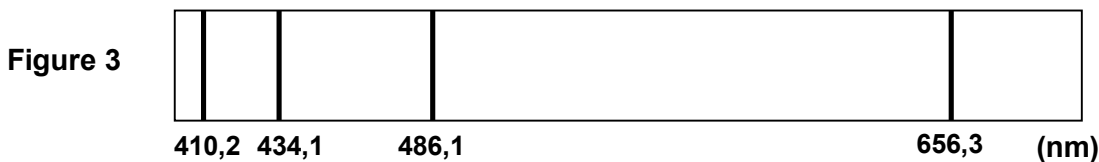
On donne : constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
 célérité de la lumière $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Le document de la **figure 2** donne le diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène **H**.

- 1) Donner la valeur de l'énergie de l'atome **H** à l'état fondamental.
- 2) Définir l'énergie d'ionisation d'un atome. Préciser sa valeur pour l'atome **H**.
- 3) Un atome d'hydrogène peut présenter différentes séries de raies suite à un ensemble de transitions.



Le spectre d'émission d'une lampe à hydrogène, obtenu à l'aide d'un spectroscopie à prisme, est schématisé sur la **figure 3**.



La série se situe dans le visible et correspond à des transitions vers le niveau $n = 2$.

a- Vérifier que l'énergie **W**, exprimée en **eV**, des différentes raies émises est donnée par la

relation $W = \frac{1241}{\lambda}$ avec λ en **nm**.

b- Calculer l'énergie **W(eV)** correspondant à chaque raie émise. En déduire, pour chacune de ces raies, le niveau d'énergie **E_n** dans lequel l'atome **H** s'est trouvé à l'état excité.

4) Les atomes d'hydrogène sont dans leur état fondamental.

a- Déterminer les énergies, en **eV**, des photons absorbés lors des transitions de l'état fondamental ($n = 1$) vers les états excités : $n = 3$ et $n = 4$.

b- Préciser, en le justifiant, si l'atome d'hydrogène peut absorber un photon d'énergie **12,3 eV**.

Exercice 3 : (5 points)

Un circuit électrique comporte, montés en série, un résistor de résistance **R**, une bobine d'inductance **L** et de résistance interne $r = 10 \Omega$, un condensateur de capacité $C = 2 \mu\text{F}$ et un ampèremètre. Un générateur basse fréquence (GBF) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude **U_m** constante et de fréquence **N** réglable.

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension **u(t)** et la tension **u_R(t)** aux bornes du résistor **R**. On obtient les oscillogrammes de la **figure 4**.

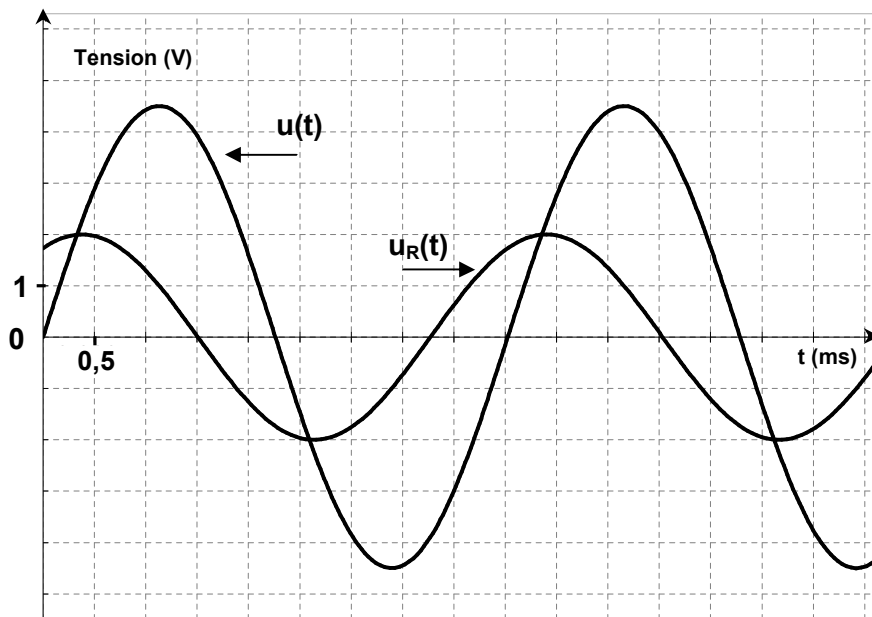


Figure 4

1) Faire le schéma du circuit en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope sachant qu'on visualise $u_R(t)$ sur la voie X de l'oscilloscope et $u(t)$ sur sa voie Y.

2) a- Montrer que la phase initiale φ_i de l'intensité du courant électrique $i(t)$ est : $\varphi_i = \frac{\pi}{3}$ rad.

b- Relever à partir des oscillogrammes, les valeurs de U_m et de U_{Rm} (amplitude de $u_R(t)$).

3) a- Montrer que $R = \frac{2rU_{Rm}}{U_m - 2U_{Rm}}$.

b- Calculer la valeur de R.

c- Déterminer la valeur de l'intensité I du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.

4) a- Montrer que l'équation différentielle, régissant les oscillations du courant électrique i circulant

dans le circuit précédent, est donnée par :

$$L \frac{di}{dt} + (R + r)i + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t)$$

b- Sur la figure 5, de la page 5/5 - à remplir et à rendre avec la copie, on a représenté le vecteur

\vec{V}_1 associé à $\frac{1}{C} \int i(t) dt$ et le vecteur \vec{V} associé à $u(t)$. Compléter la construction en respectant

l'échelle adoptée et en représentant dans l'ordre les vecteurs \vec{V}_2 et \vec{V}_3 associés respectivement

à $(R + r)i$ et $L \frac{di}{dt}$.

c- En exploitant la construction de Fresnel :

- c₁- montrer que la fréquence du GBF est $N \approx 223$ Hz.

- c₂- déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

Physique - Exercice 3 – Question 4) b-

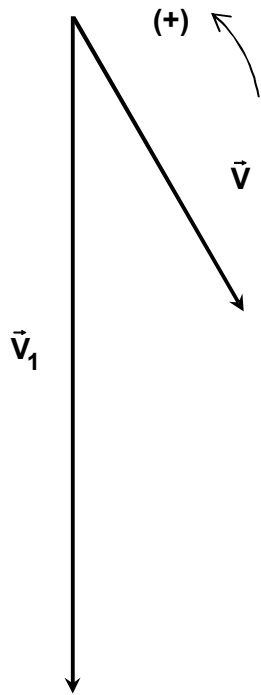


Figure 5