

**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)**

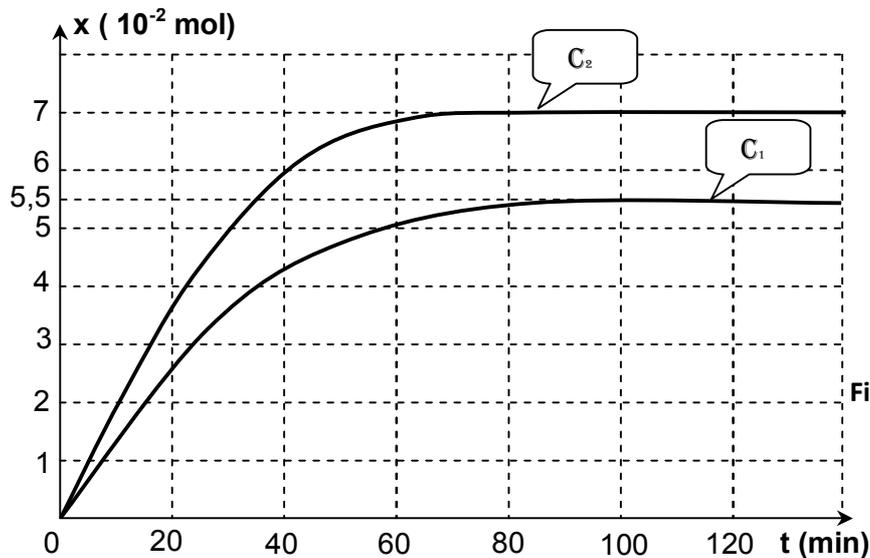
On prépare deux mélanges ( $M_1$ ) et ( $M_2$ ) comportant chacun de l'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , de l'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (dont on négligera le volume).

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  $\tau_{F2}$  pour ce mélange.
  - Comparer la valeur de  $\tau_{F1}$  à celle de  $\tau_{F2}$  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  $\Pi$  relative à l'équation associée à la pile.
  - b- Justifier que la valeur trouvée, pour la fonction des concentrations  $\Pi$ , est cohérente avec la polarité proposée.
- 3) a- Calculer la fem normale  $E^\circ$  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  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Sn}^{2+}$ .
- 5) En déduire, sans faire de calcul, la valeur approximative de la concentration en ions  $\text{Sn}^{2+}$  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  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;

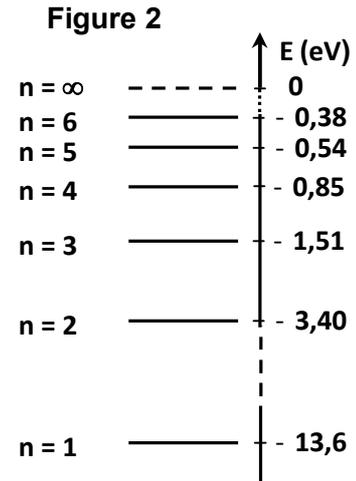
célérité de la lumière  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

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

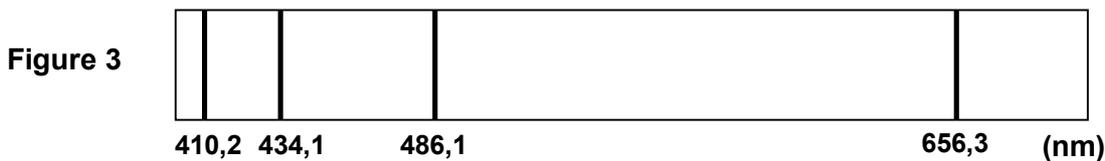
1) Donner la valeur de l'énergie de l'atome **H** à l'état fondamental.

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

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

b- Calculer l'énergie **W(eV)** correspondant à chaque raie émise. En déduire, pour chacune de ces raies, le niveau d'énergie **E<sub>n</sub>** 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<sub>m</sub>** constante et de fréquence **N** réglable.

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

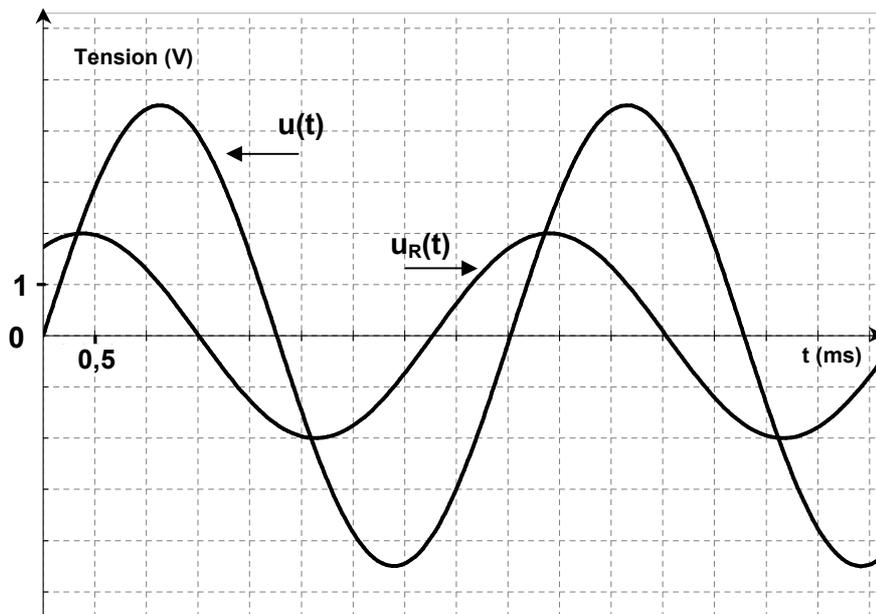


Figure 4

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  $\varphi_i$  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 :

- c<sub>1</sub>- montrer que la fréquence du GBF est  $N \approx 223$  Hz.

- c<sub>2</sub>- déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

Physique - Exercice 3 – Question 4) b-

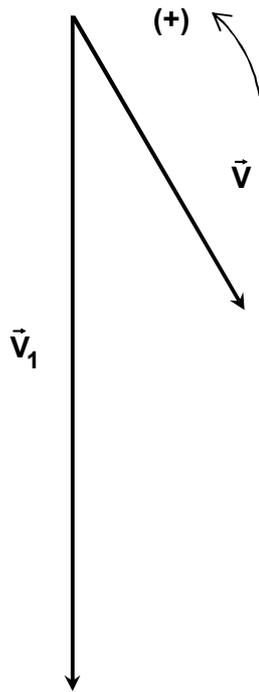


Figure 5