

|   |  |   |
|---|--|---|
| RÉPUBLIQUE TUNISIENNE<br>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION | EXAMEN DU BACCALAURÉAT                 | Session principale 2023                     |
|   | Épreuve :<br><b>Sciences physiques</b> | Section :<br><b>Sciences expérimentales</b> |
|   | Durée : <b>3h</b>                      | Coefficient de l'épreuve: <b>4</b>          |

N° d'inscription



**Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5  
La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie**

**Chimie (9 points)**

**Exercice 1 (5 points)**

L'acétate d'éthyle, de formule  $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , est un liquide utilisé comme solvant pour les vernis à ongles et certaines colles, il est aussi utilisé dans l'industrie agroalimentaire dans certains arômes fruités.

- I- La synthèse de l'acétate d'éthyle peut être réalisée à partir d'un acide carboxylique (A) et d'un alcool (B).
- Nommer la réaction qui conduit à la formation de l'acétate d'éthyle à partir de l'acide (A) et de l'alcool (B).
  - Parmi les composés cités ci-dessous, reconnaître les composés (A) et (B).



II- On se propose de synthétiser au laboratoire l'acétate d'éthyle à partir de l'acide (A) et de l'alcool (B) et de réaliser un suivi cinétique de cette réaction. Pour cela, on introduit dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée, un volume  $V_A = 10,3 \text{ mL}$  de l'acide (A) et un volume  $V_B = 10,5 \text{ mL}$  de l'alcool (B) ainsi que quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On suppose que le volume total du mélange est  $V = V_A + V_B$ . Après agitation, on prélève à cinq reprises un volume  $V_0 = 2 \text{ mL}$  de ce mélange, que l'on introduit dans cinq tubes à essais numérotés de 1 à 5, placés préalablement dans un bain d'eau glacée.

- Indiquer pourquoi place-t-on initialement l'erlenmeyer dans un bain d'eau glacée.
  - Préciser le rôle joué par l'acide sulfurique.
- Vérifier que le mélange initial {acide (A) + alcool (B)} est équimolaire et que chaque tube renferme une quantité  $n_0 \approx 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  de chaque réactif.

On donne : Masses molaires ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) : C = 12 ; O = 16 ; H = 1.

Masses volumiques des composés (A) et (B) ( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) :  $\rho_{(A)} = 1,05$  ;  $\rho_{(B)} = 0,79$ .

3- À un instant pris comme origine des temps, on place les tubes dans un bain thermostaté à une température adéquate  $\theta$ , après les avoir équipés chacun d'un réfrigérant à air. Puis, on dose à des instants  $t$  déterminés, les acides présents dans chacun des tubes par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration molaire  $C = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , en présence d'un indicateur coloré approprié.

Les résultats expérimentaux des titrages successifs sont rassemblés dans le tableau ci-dessous ; où  $V_E$  désigne le volume de la solution de soude ajoutée à l'équivalence.

| Tube n°    | 1    | 2    | 3   | 4   | 5   |
|------------|------|------|-----|-----|-----|
| t (min)    | 0    | 20   | 40  | 60  | 80  |
| $V_E$ (mL) | 17,5 | 10,1 | 7,3 | 6,0 | 6,0 |

- Indiquer pourquoi chacun des tubes à essais est équipé d'un réfrigérant à air.
- Justifier la différence entre la valeur de  $n_0$  et celle de  $C V_{E_0}$  ;  $V_{E_0}$  désigne le volume de la solution de soude versée dans le tube n°1 à l'instant  $t = 0$ .
- Montrer qu'à un instant  $t$  donné, l'avancement  $x$  de la réaction dans un tube s'écrit :  $x = C(V_{E_0} - V_E)$ .
- Déterminer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction étudiée. En déduire une propriété caractéristique de cette réaction.
- Dégager à partir du tableau précédent, une autre propriété caractéristique de la réaction étudiée.

- 4- Il est possible de synthétiser l'acétate d'éthyle par d'autres transformations chimiques, et ce en remplaçant l'acide carboxylique (A) par un de ses dérivés.
- a- Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique de la réaction modélisant une de ces transformations.
- b- Citer deux propriétés caractéristiques de cette transformation.

### Exercice 2 (4 points)

À 25 °C, on réalise une pile (P) en utilisant les solutions et le matériel suivants : une lame de cobalt (Co), une lame de nickel (Ni), un pont salin et deux béchers (1) et (2) contenant respectivement un volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de sulfate de cobalt(II) ( $\text{CoSO}_4$ ) de concentration molaire  $C_1 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  et un volume  $V_2 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de sulfate de nickel(II) ( $\text{NiSO}_4$ ) de concentration molaire  $C_2$ .

L'équation chimique associée à la pile (P) ainsi réalisée est :  $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$ .

À 25 °C, la constante d'équilibre relative à cette équation est :  $K = 4,64$ .

- Donner le symbole de la pile (P).
- Calculer la valeur de la fem standard  $E^\circ$  de cette pile.
  - Comparer en le justifiant, le pouvoir réducteur des deux couples rédox mis en jeu dans la pile (P).
- On place la pile (P) dans un circuit électrique comportant un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur. À l'instant de date  $t = 0$ , on ferme le circuit. Lors du fonctionnement de la pile, on observe la formation d'un dépôt métallique sur la lame de nickel.
  - Écrire l'équation de la transformation chimique qui se déroule au niveau de chaque lame au cours du fonctionnement de la pile.
  - En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation qui a lieu spontanément dans la pile.
  - À un instant ultérieur de date  $t_1$ , l'ampèremètre indique une intensité nulle. À partir de cet instant, l'avancement volumique de la réaction prend une valeur égale à  $8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Déterminer la valeur de  $C_2$ .  
On supposera que durant le fonctionnement de la pile (P), il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des lames.
- À un instant  $t_2 > t_1$ , on ouvre l'interrupteur et on ajoute à l'un des deux béchers, un volume  $V_e$  d'eau distillée. La mesure de la fem de la nouvelle pile ainsi réalisée indique une valeur égale à  $-9 \text{ mV}$ .
  - Indiquer en le justifiant, dans quel bécher l'eau a été ajoutée.
  - Déterminer la valeur de  $V_e$ .

### Physique (11 points)

#### Exercice 1 (3,25 points)

On dispose d'un générateur réel (G) qui peut être modélisé par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem  $E$  et d'un conducteur ohmique de résistance  $r$ .

Pour déterminer les caractéristiques  $E$  et  $r$  de ce générateur, on réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 1. Il comporte, montés en série, le générateur (G), un condensateur de capacité  $C$  initialement déchargé, un conducteur ohmique de résistance  $R = 40 \Omega$  et un interrupteur (K).

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle des tensions  $u_{AM}(t)$  et  $u_{BM}(t)$ , on relie les entrées  $Y_A$  et  $Y_B$  d'un oscilloscope à mémoire numérique respectivement aux points A et B du circuit, tandis que sa masse est reliée au point M. À l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur (K). L'oscilloscope enregistre alors les courbes  $\mathcal{E}_1$  et  $\mathcal{E}_2$  de la figure 2.

- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension  $u_{AM}(t)$  s'exprime par :

$$\tau \frac{du_{AM}(t)}{dt} + u_{AM}(t) = E ; \text{ avec } \tau \text{ la constante de temps du circuit, que l'on exprimera en fonction de } R, r \text{ et } C.$$

- Identifier parmi les courbes  $\mathcal{E}_1$  et  $\mathcal{E}_2$ , celle qui traduit l'évolution de la tension  $u_{AM}(t)$ . Justifier.
  - Déduire la valeur de la fem  $E$  du générateur (G).

- Montrer que la tension  $u_{BM}(t)$  à l'instant  $t = 0$ , s'exprime par :  $U_{BM_0} = \frac{R}{R+r} E$ .

- En exploitant les courbes  $\mathcal{E}_1$  et  $\mathcal{E}_2$  de la figure 2, déterminer la valeur de :

- la résistance interne  $r$  du générateur (G) ;
- la constante de temps  $\tau$  et déduire celle de la capacité  $C$  du condensateur.

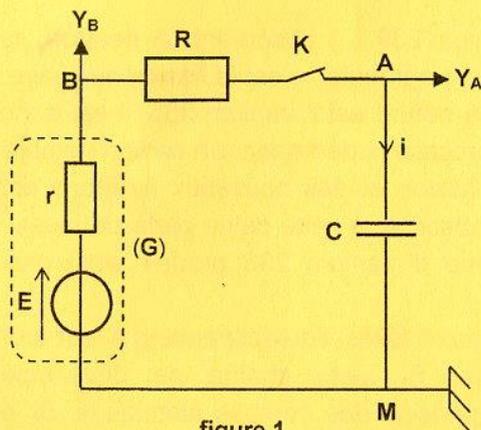
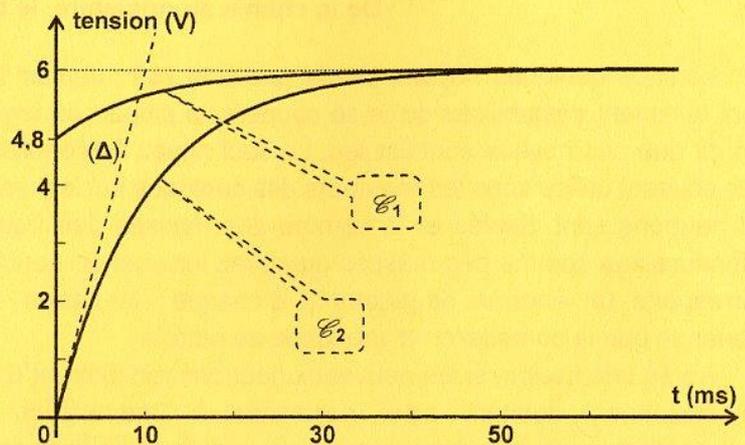


figure 1



( $\Delta$ ) est la droite tangente à la courbe  $\mathcal{E}_2$  à l'instant  $t = 0$ .

figure 2

### Exercice 2 (4,5 points)

Le circuit de la **figure 3** comporte, montés en série, un condensateur de capacité  $C$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un conducteur ohmique de résistance  $R = 30 \Omega$ , un interrupteur ( $K$ ) et un générateur basses fréquences ( $GBF$ ) délivrant une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  de valeur efficace constante  $U = 8 \text{ V}$  et de fréquence  $N$  réglable.

À l'aide de ce circuit, on réalise les deux expériences suivantes :

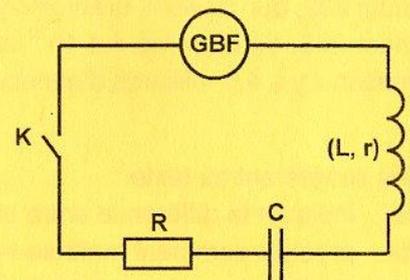


figure 3

#### Expérience 1 :

La fréquence  $N$  du ( $GBF$ ) est ajustée à une valeur  $N_1 = 90 \text{ Hz}$ . Lorsqu'on ferme l'interrupteur, un courant électrique oscillant à la fréquence  $N_1$  s'établit dans le circuit. Deux voltmètres, l'un branché aux bornes du conducteur ohmique et l'autre aux bornes de la bobine indiquent respectivement les valeurs efficaces  $U_R = 4,2 \text{ V}$  et  $U_b = 8,4 \text{ V}$ .

- 1- Dire si les oscillations du courant électrique dans le circuit sont libres ou forcées. Justifier.
- 2- Déterminer la valeur efficace  $I_1$  de l'intensité du courant électrique traversant le circuit.
- 3- La **figure 4 de la page 5/5** correspond à une construction de Fresnel inachevée, relative au circuit étudié à la fréquence  $N_1$ . Dans cette construction, les vecteurs  $\overline{OP}$  et  $\overline{OQ}$  sont associés respectivement à la tension  $u(t)$  et à la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique.
  - a- Préciser en le justifiant, le caractère (capacitif, inductif ou résistif) du circuit.
  - b- Compléter, en respectant l'échelle adoptée, la construction de la **figure 4 de la page 5/5**, en représentant les vecteurs de Fresnel associés aux tensions  $u_b(t)$  et  $u_c(t)$  aux bornes respectivement, de la bobine et du condensateur.
  - c- Dédire les valeurs de  $r$ ,  $L$  et  $C$ .

#### Expérience 2 :

On branche maintenant un voltmètre aux bornes du condensateur. En faisant varier la fréquence  $N$  du ( $GBF$ ), on constate que la tension indiquée par le voltmètre prend une valeur maximale  $U_2$  pour une valeur particulière  $N_2$  de la fréquence  $N$ .

- 1- Nommer le phénomène dont le circuit est le siège à la fréquence  $N_2$ .
- 2- Dire en le justifiant, si la fréquence  $N_2$  est supérieure, inférieure ou égale à la fréquence propre  $N_0$  du circuit.
- 3- On refait cette expérience en remplaçant le conducteur ohmique de résistance  $R$  par un autre de résistance  $R' < R$ . Suite à cette modification, le voltmètre indique une valeur maximale  $U'_2$  pour une valeur  $N'_2$  de la fréquence  $N$  du ( $GBF$ ). Comparer  $N'_2$  et  $U'_2$  respectivement à  $N_2$  et  $U_2$ .

## De la chimie au nucléaire, le bond de l'énergie

Lorsque quelques noyaux lourds (uranium 233, uranium 235, plutonium 239 ...) absorbent un neutron, ils sont tellement déstabilisés qu'ils se coupent, la plupart du temps, en deux fragments : c'est la fission nucléaire. On dit que ces noyaux sont fissiles. Le seul noyau fissile existant dans la nature est l'uranium 235, il est donc très souvent utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires. Lors du processus de fission, un certain nombre de neutrons sont éjectés et la somme des masses des fragments de fission et des nouveaux neutrons est inférieure à la somme des masses du noyau initial et du neutron qu'il a absorbé. À cette petite perte de masse correspond un énorme dégagement d'énergie : la fission d'un gramme d'uranium 235 produit ainsi plus d'énergie que la combustion d'une tonne de pétrole !

Après une fission, si les nouveaux neutrons rencontrent d'autres noyaux fissiles, ceux-ci peuvent à leur tour se fissionner, donnant ainsi naissance à une réaction en chaîne. Si cette chaîne se développe exponentiellement, elle dégage très vite une énergie énorme : c'est le principe des bombes atomiques. Si le nombre de neutrons est maintenu constant, la réaction en chaîne est maîtrisée et l'énergie dégagée est stable : c'est ce que l'on réalise au sein du réacteur d'une centrale nucléaire.

Certains autres noyaux lourds ne sont pas fissiles mais, après absorption d'un neutron, ils se désintègrent par radioactivité bêta et leurs « petits-fils » qui en résultent sont fissiles. Ces noyaux, dits fertiles, sont le thorium 232 qui devient uranium 233, et l'uranium 238 qui devient plutonium 239. Bien que radioactifs, le thorium 232, de demi-vie  $1,4 \cdot 10^{10}$  ans, et l'uranium 238, de demi-vie  $4,5 \cdot 10^9$  ans, existant sur Terre depuis sa formation il y a 4,5 milliards d'années, sont toujours présents aujourd'hui.

D'après « [www.encyclopedie-environnement.org](http://www.encyclopedie-environnement.org) »

1- En se référant au texte :

- a- indiquer la différence entre un noyau fissile et un noyau fertile ;
- b- préciser comment maîtrise-t-on la réaction de fission au sein du réacteur d'une centrale nucléaire ;
- c- expliquer pourquoi, bien que radioactifs, le thorium 232 et l'uranium 238, existant sur Terre depuis sa formation, sont toujours présents aujourd'hui.

2- Dans le réacteur d'une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium 235 ( $^{235}\text{U}$ ) subissent différentes fissions ; parmi lesquelles, l'une des plus fréquentes, donne le strontium 94 ( $^{94}\text{Sr}$ ) et le xénon 140 ( $^{140}\text{Xe}$ ).

- a- Déterminer le nombre de neutrons émis lors de cette réaction de fission.
- b- Calculer en **Joule**, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.
- c- En supposant que chacune des autres réactions de fission, qui peuvent avoir lieu dans le réacteur, libère une énergie égale à celle obtenue dans la question 2-b, vérifier que la fission d'un gramme d'uranium 235 produit plus d'énergie que la combustion d'une tonne de pétrole.

On donne :

Masses des noyaux :  $m(^{235}\text{U}) = 234,99332 \text{ u}$  ;  $m(^{94}\text{Sr}) = 93,89446 \text{ u}$  ;  $m(^{140}\text{Xe}) = 139,88909 \text{ u}$ .

Masse d'un neutron :  $m(n) = 1,00866 \text{ u}$ .

Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

La combustion d'une tonne de pétrole libère une énergie :  $W_{\text{tp}} = 42 \cdot 10^9 \text{ J}$ .

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

|                             |
|-----------------------------|
| Signatures des surveillants |
| .....                       |
| .....                       |



**Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales**  
**Session principale (2023)**  
**Annexe à rendre avec la copie**

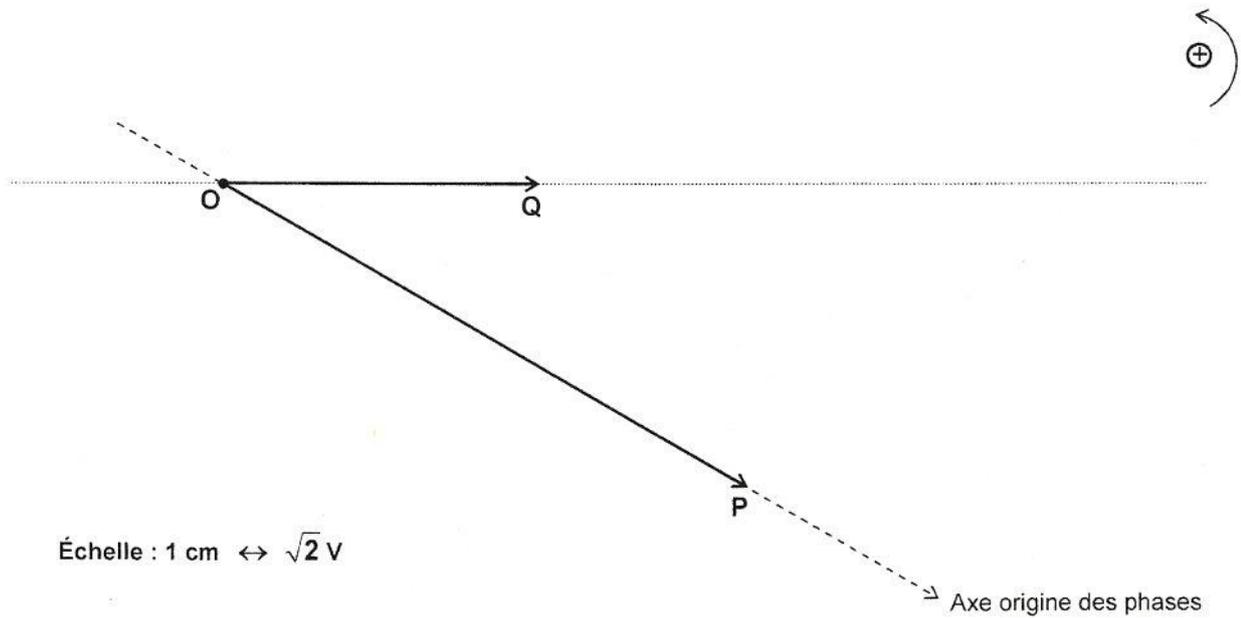


figure 4