

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session principale
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 3

* * * * *

N° d'inscription

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1 / 4 à 4 / 4

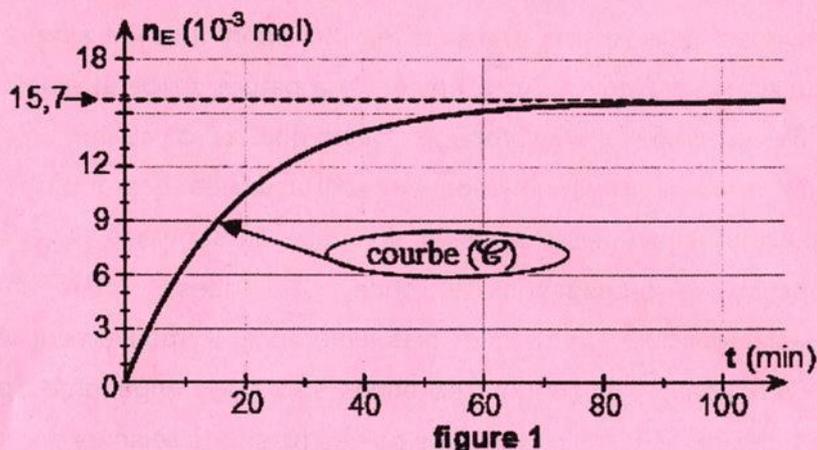
C H I M I E (7 points)

Exercice 1 (3,75 points)

Afin d'étudier la réaction d'estérification, on réalise un mélange formé de n_1 mol d'acide éthanoïque CH_3COOH et de n_2 mol d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ en phase liquide et à une température constante, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré pris comme catalyseur. L'équation qui symbolise cette réaction chimique est : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.

L'étude expérimentale de cette réaction a permis de tracer la courbe (C) de la figure 1 traduisant l'évolution de la quantité de matière d'ester n_E formée au cours du temps.

- 1) Dresser le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction d'estérification.
- 2) Déterminer graphiquement l'avancement final x_f .
- 3) Lorsque l'équilibre chimique est atteint, on dose la quantité d'acide éthanoïque restant par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration molaire $C_B = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. On donne le volume de la solution nécessaire au titrage de l'acide éthanoïque seul à l'équivalence $V_{BE} = 14,3 \text{ mL}$.



Justifier que la quantité initiale d'acide éthanoïque est $n_1 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

- 4) Le taux d'avancement final de la réaction d'estérification est $\tau_f = 0,785$.
 - a- Préciser la propriété caractéristique de la réaction étudiée qui est confirmée par la valeur de τ_f .
 - b- Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} .
 - c- Justifier que : $x_{\text{max}} = n_2$.
 - d- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à la réaction d'estérification.
- 5) a- Montrer que, si le mélange initial était équimolaire, le taux d'avancement final τ_f' s'écrit :

$$\tau_f' = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} \quad \text{Calculer sa valeur.}$$

b- Comparer τ_f et τ_f' . En déduire l'intérêt pratique du choix d'un mélange initial non équimolaire.

Exercice 2 (3,25 points)

Expérience 1 : On réalise, dans les conditions standards, une pile électrochimique (P_1) en associant la demi-pile normale à hydrogène avec la demi-pile constituée par le couple $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$. L'électrode normale à hydrogène est placée à gauche. La mesure de la valeur de la fem de cette pile donne $E_1 = -0,26 \text{ V}$.

On refait la même expérience en remplaçant la demi-pile de droite par la demi-pile constituée par le couple $\text{Co}^{2+} / \text{Co}$. La mesure de la valeur de la fem de cette pile (P_2) donne $E_2 = -0,28 \text{ V}$.



1) Définir le potentiel standard d'électrode $E_{Ox/Red}^0$ d'un couple Ox / Red.

2) a- Déterminer les valeurs de $E_{Ni^{2+}/Ni}^0$ et $E_{Co^{2+}/Co}^0$.

b- Comparer les pouvoirs oxydants des couples Ni^{2+}/Ni et Co^{2+}/Co . Justifier.

Expérience 2 : On réalise, à 25 °C, une pile (P) en reliant la demi-pile formée d'une lame de nickel Ni plongée dans une solution de nitrate de nickel à une demi-pile formée d'une lame de cobalt Co plongée dans une solution de sulfate de cobalt. Les deux solutions dans les deux compartiments ont le même volume V et la même concentration molaire $C = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

La mesure de la valeur de la fem initiale de cette pile donne $E = 0,02 \text{ V}$.

1) a- Justifier que la demi-pile formée par le couple Ni^{2+}/Ni constitue le compartiment de droite de la pile (P).

b- Écrire l'équation chimique associée à cette pile et calculer la valeur de sa constante d'équilibre K.

2) À l'instant $t = 0 \text{ s}$, on relie la pile (P) à un circuit extérieur comportant un dipôle résistor et on ferme le circuit.

a- Écrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans la pile lorsqu'elle débite du courant dans le circuit extérieur.

b- Déterminer les concentrations molaires en ions Co^{2+} et Ni^{2+} lorsque la pile (P) cesse de débiter du courant.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (5,25 points)

Un groupe d'élèves, sous le contrôle de leur professeur, se propose de déterminer la valeur de la capacité C d'un condensateur, la fem E d'un générateur de tension supposé idéal et les valeurs des résistances R_1 et R_2 de deux conducteurs ohmiques. Pour cela, les élèves réalisent les expériences suivantes :

Expérience 1 : Détermination de C

À l'aide d'un générateur G de courant débitant un courant constant d'intensité $I = 150 \mu\text{A}$, d'un voltmètre numérique (V), d'un interrupteur K et du condensateur de capacité C initialement déchargé, les élèves réalisent le montage schématisé par la figure 2. Après avoir fermé l'interrupteur K, à l'instant $t = 0 \text{ s}$, ils effectuent des mesures permettant d'obtenir la courbe de la figure 3 traduisant l'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur.

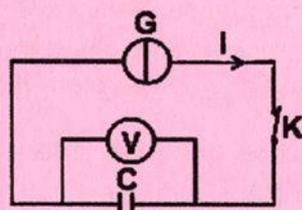


figure 2

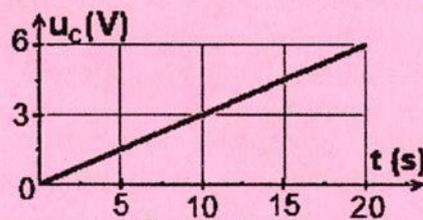


figure 3

1) Établir la relation reliant u_C , C, I et t.

2) Déterminer, en exploitant la courbe de la figure 3, la valeur de la capacité C du condensateur.

Expérience 2 : Détermination de E, R_1 et R_2

Au cours de cette expérience on prendra $C = 500 \mu\text{F}$.

Les élèves déchargent le condensateur de capacité C et réalisent le montage de la figure 4.

Afin de visualiser les tensions instantanées $u_{R_1}(t)$ et $u_{R_2}(t)$, l'un

des élèves branche la masse d'un oscilloscope à mémoire ainsi que ses deux entrées Y_1 et Y_2 respectivement aux points M, A et B. L'élève appuie sur le bouton inversion de l'entrée Y_2 puis il ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0 \text{ s}$.

Les chronogrammes donnant l'évolution au cours du temps des tensions instantanées $u_{R_1}(t)$ et $u_{R_2}(t)$ sont représentés sur la figure 5.

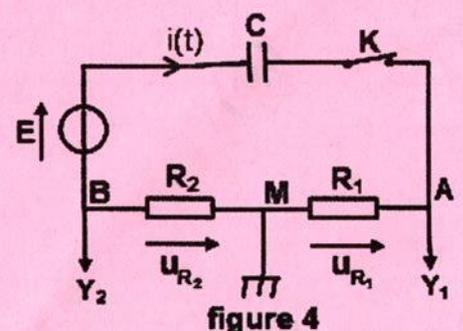


figure 4

- 1) Préciser la tension visualisée si l'élève n'a pas appuyé sur le bouton inversion de l'entrée Y₂.
- 2) a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution au cours du temps de l'intensité $i(t)$ du courant s'écrit :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}i(t) = 0$$

avec τ une constante que l'on exprimera en fonction de R_1 , R_2 et C .

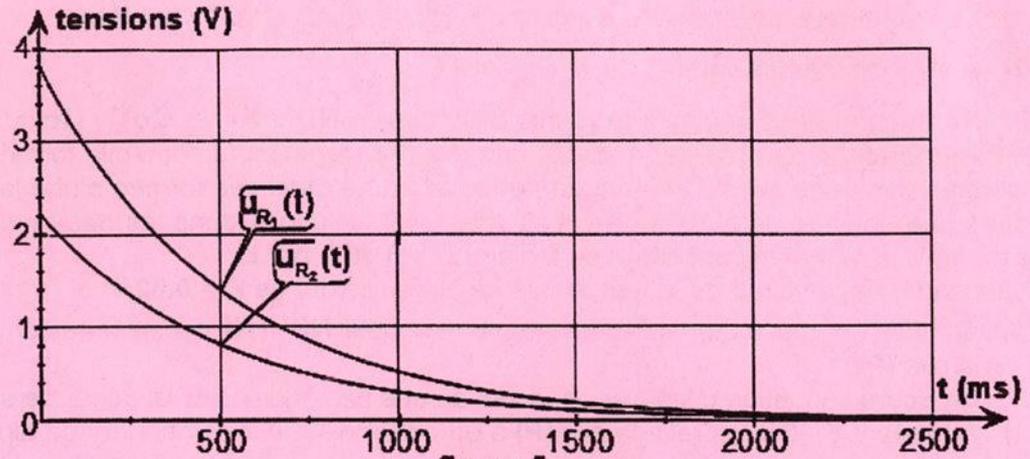


figure 5

b- En exploitant les courbes de la **figure 5**, déterminer les valeurs U_{01} et U_{02} correspondantes respectivement aux tensions $u_{R_1}(t)$ et $u_{R_2}(t)$ à l'instant $t = 0$ s.

c- Justifier que $E = 6$ V.

d- On admet que la solution de l'équation différentielle précédente est de la forme : $i(t) = \frac{U_{01}}{R_1} e^{-\frac{t}{\tau}}$.

Calculer la valeur de la tension $u_{R_1}(t)$ à l'instant $t = \tau$. En déduire graphiquement la valeur de τ .

3) Montrer que : $\frac{R_2}{R_1} = \frac{E}{U_{01}} - 1$.

- 4) a- Déduire les valeurs des résistances R_1 et R_2 .
- b- Déterminer la valeur I_0 de l'intensité du courant dans le circuit de la **figure 4** à l'instant $t = 0$ s.

Exercice 2 (5 points)

Un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$ de valeur efficace U constante et de fréquence N réglable alimente un circuit électrique comportant, montés en série, un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C , un interrupteur K et un ampèremètre (A) comme indiqué sur la **figure 6**.

L'interrupteur étant fermé, on visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, la tension $u(t)$ aux bornes du (GBF) sur la voie Y_A et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y_B.

Pour une fréquence $N = N_1$ du (GBF), on obtient les chronogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de la **figure 7**.

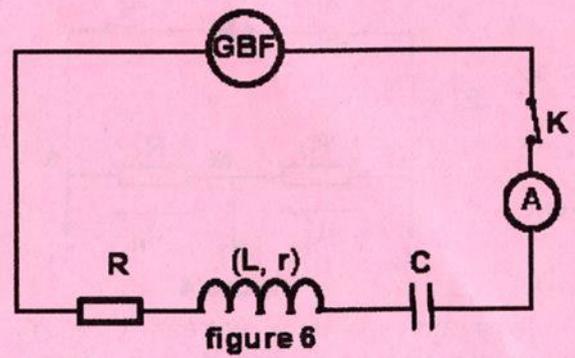


figure 6

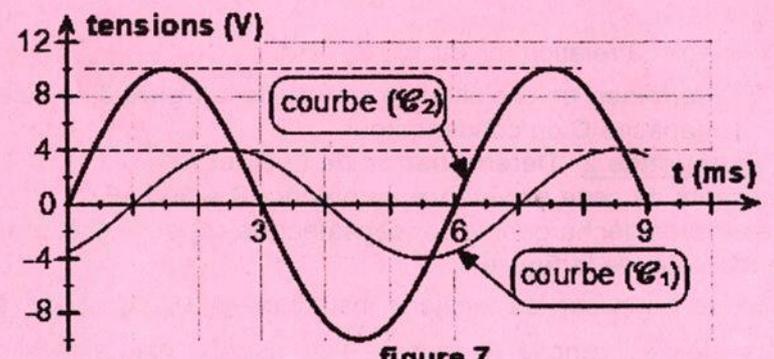


figure 7

- 1) Reproduire le schéma de la **figure 6** et y indiquer les connexions nécessaires pour visualiser $u(t)$ et $u_R(t)$.
- 2) a- Justifier que la courbe (\mathcal{C}_1) de la **figure 7** correspond à $u_R(t)$.
- b- Sachant que l'ampèremètre indique une intensité de valeur $I_1 = 70,7$ mA, calculer la valeur de R .



- 3) En exploitant les chronogrammes de la **figure 7**, déterminer :
- la valeur N_1 de la fréquence du (GBF) ;
 - le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ entre $u(t)$ et l'intensité du courant $i(t)$ qui traverse le circuit. En déduire la nature du circuit (capacitif, résistif, ou inductif).
- 4) On prendra dans ce qui suit $R = 40 \Omega$. On fait varier la fréquence du (GBF), pour $N = N_2 = 138 \text{ Hz}$, on constate que la tension efficace aux bornes du conducteur ohmique prend sa valeur maximale $U_R = 5,66 \text{ V}$ et que la tension efficace aux bornes du condensateur est $U_C = 32,64 \text{ V}$.
- a- Justifier que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
 - b- Calculer la valeur efficace I_2 de l'intensité du courant électrique traversant le circuit.
 - c- Exprimer C en fonction de U_C , N_2 et I_2 . Calculer sa valeur.
 - d- Déduire la valeur de L .
 - e- Calculer le rapport $\frac{U_C}{U}$. En déduire la nature du phénomène qui se produit aux bornes du condensateur.
 - f- Montrer que : $\frac{U_C}{U} = \frac{1}{2\pi N_2 (R + r)C}$. En déduire la valeur de r .

Exercice 3 (2,75 points) « Étude d'un document scientifique »

Les Ondes sismiques

En 1889, Ernst von Rebeur-Paschwitz (1861-1895) observa en Allemagne des ondes sismiques provenant d'un séisme ayant eu lieu au Japon. Il devint alors évident qu'une onde sismique pouvait se propager à travers la Terre entière... La nature solide et élastique de l'ensemble du globe permet aux ondes sismiques de s'y propager. Selon que l'on comprime un objet ou qu'on le déforme en le cisillant, deux types d'ondes sismiques leur sont associés. Les ondes P (dites ondes primaires) sont des ondes de compression-décompression, à l'image du son dans l'air ; le mouvement associé se trouve dans la direction de propagation de l'onde. Les ondes S (dites ondes secondaires) sont des ondes de cisaillement qui se propagent plus lentement ; le mouvement associé est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. Les ondes sismiques engendrées par un séisme ainsi que les oscillations globales de la Terre provoquées par les plus gros séismes sont riches de nombreuses informations, tant sur les processus qui sont à l'origine de ces ondes que sur les structures internes de la Terre....

L'observation d'arrivées d'ondes sismiques anormalement tardives à de très grandes distances de l'épicentre (foyer du séisme) a très vite conduit à lier cette observation à la présence d'un « noyau » dense situé au centre de la terre... Bénéficiant d'un ensemble de mesures sismiques, le sismologue allemand Béno Gutenberg (1889-1960) mesura d'une façon précise le rayon du noyau terrestre.

D'après un extrait d'un article écrit par Michel CARA : Encyclopédie Universalis.

- 1) En se référant au texte :
 - a- relever une phrase qui montre que l'onde sismique est une onde progressive ;
 - b- justifier qu'une onde sismique est une onde mécanique ;
 - c- justifier que lors d'un séisme lointain, les ondes P sont enregistrées par les sismographes avant les ondes S.
- 2)
 - a- Comparer, pour chacune des deux ondes P et S, la direction de propagation de l'onde à celle de la déformation à l'intérieur du globe terrestre.
 - b- Déduire la nature, transversale ou longitudinale de chacune de ces deux ondes.

