

3	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية، مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة والمسلك

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé Les expressions littérales doivent être données avant les applications numériques Une application numérique non associée de son unité est non acceptée

Le sujet comporte quatre exercices

✓ **Chimie (7 points) :**

- ✓ Etude cinétique de la réaction de l'acide benzoïque avec le méthanol.
- ✓ Etude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.
- ✓ Réaction acide-base entre l'acide benzoïque et l'ion méthanoate.

✓ **Physique (13 points) :**

✓ **Exercice 1** : Ondes.

- Onde sonore.
- Onde lumineuse.

✓ **Exercice 2** : la médecine nucléaire.

- Désintégration de cobalt.
- Application de la loi de décroissance radioactive.

✓ **Exercice 3** : réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.

- Le professeur met l'interrupteur à la position 1, a un instant pris comme origine de temps.
- Le professeur bascule l'interrupteur à la position 2 a un instant pris comme origine de temps.

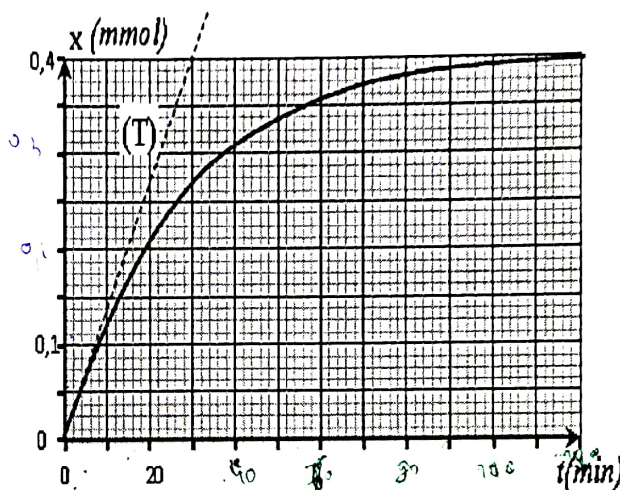
Chimie (7 points)

L'acide benzoïque C_6H_5COOH , connu sous le code E210, se trouve sous forme de poudre blanche, est utilisé dans de nombreux produits pharmaceutiques et comme conservateur dans certains produits alimentaires tel que les jus de fruits, les boissons gazeuses non alcoolisées.

1. Etude cinétique de la réaction de l'acide benzoïque avec le méthanol :

La courbe ci-dessous représente les variations de l'avancement x en fonction du temps, d'une transformation chimique entre l'acide benzoïque et le méthanol. Le volume du mélange réactionnel est constant $V = 80 \text{ mL}$.

1. Calculer la vitesse volumique de la réaction à l'instant $t = 0$. (0, 25 pt)
2. En se basant sur la courbe, décrire l'évolution de la vitesse volumique au cours du temps. (0, 25 pt)
3. Quel le facteur cinétique responsable de cette évolution de la vitesse ? (0, 25 pt)
4. On reprend l'expérience en travaillant à une température plus importante.
Justifier qualitativement si les grandeurs suivantes sont modifiées ou non par rapport à l'expérience précédente : (0, 25 pt)



- L'avancement maximal
- Le temps de demi-réaction

2. Etude de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau :

Données :

- La masse molaire de l'acide benzoïque : $M = 122 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- La conductivité molaire ionique à 25°C :

$$\lambda_1 = \lambda(H_3O^+) = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{et} \quad \lambda_2 = \lambda(C_6H_5COO^-) = 3,25 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

On dissout une masse m d'acide benzoïque dans l'eau distillée, on obtient une solution S de volume $V = 200 \text{ mL}$ et de concentration $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Lorsqu'on mesure la conductivité de la solution S , on trouve $\sigma = 29 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$.

- 2.1. Calculer la valeur de la masse m . (0, 5 pt)
- 2.2. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. (0, 5 pt)
- 2.3. Exprimer le taux d'avancement final de la réaction τ en fonction de σ , λ_1 , λ_2 et C .
Calculer sa valeur. Conclure. (0, 75 pt)

- 2.4. Exprimer le pH de la solution S en fonction de τ et C .
Calculer sa valeur. (0,5 pt)
 - 2.5. Exprimer la constante pK_A en fonction τ et de C .
Calculer sa valeur. (0,75 pt)
 - 2.6. Dresser le diagramme de prédominance du couple $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$ et déduire l'espèce chimique prédominante. (0,5 pt)
3. Réaction acide-base entre l'acide benzoïque C_6H_5COOH et l'ion méthanoate $HCOO^-$

On dispose de deux solutions aqueuses S_1 et S_2 :

- S_1 est une solution d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration $C_1 = C_0 = 1.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ et de volume $V_1 = V_0 = 100 \text{ mL}$.
- S_2 est une solution de méthanoate de sodium ($Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$) de concentration $C_2 = C_0 = 1.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ et de volume $V_2 = V_0 = 100 \text{ mL}$.

On mélange ces deux solutions, on obtient un mélange de volume constant $V = 2V_0$.

Les mesures sont effectuées à 25°C .

On donne : $pK_{A_1} = pK_A(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-) = 4,20$

$$pK_{A_2} = pK_A(HCOOH / HCOO^-) = 3,76$$

1. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque C_6H_5COOH et les ions méthanoate $HCOO^-$. (0,5 pt)
2. Exprimer la constante d'équilibre K associée à cette équation en fonction de pK_{A_1} et pK_{A_2} . Justifier que $K \approx 0,36$. (0,5 pt)
3. En utilisant le tableau d'avancement, exprimer K en fonction de $x_{\text{éq}}$, C_0 et V_0 . $x_{\text{éq}}$ étant l'avancement de la réaction à l'état d'équilibre. (0,5 pt)
4. En déduire la valeur de $x_{\text{éq}}$ et calculer la concentration de l'acide benzoïque C_6H_5COOH et des ions benzoate $C_6H_5COO^-$ à l'état d'équilibre. (0,75 pt)
5. Déterminer la valeur de pH du mélange. (0,5 pt)

Physique (13 points)

Exercice 1:

1. Les ondes sonores : Détermination de la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'eau

Pour déterminer la célérité des ondes sonores dans l'eau on pose dans un bassin d'eau un émetteur E et un récepteur R sur la même droite, la distance entre E et R est $d = 1,50 \text{ m}$.

On relie l'émetteur E par la voie Y_A et le récepteur R par la voie Y_B d'un oscilloscope.

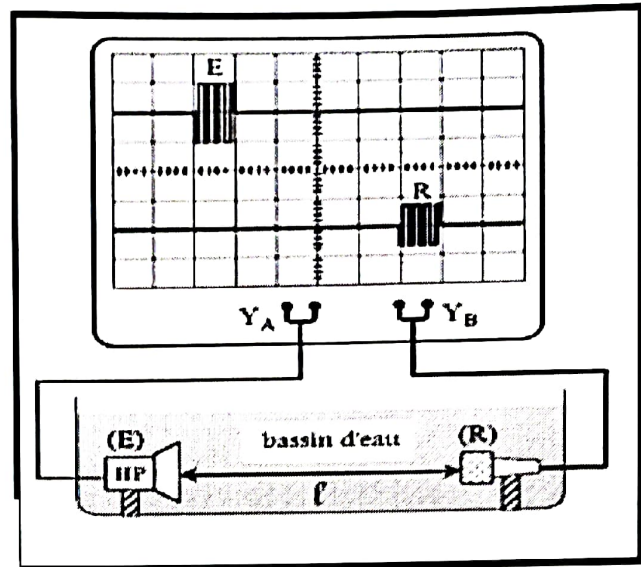
On donne la sensibilité horizontale de l'oscilloscope : $S_H = 0,2 \text{ ms/div}$.

- 1.1. Le son est-il une onde longitudinale ou transversale. (0, 25 pt)
- 1.2. L'onde sonore arrive au microphone R après un retard τ par rapport à l'émetteur E. Déterminer τ . (0, 25 pt)
- 1.3. Calculer V_{eau} la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'eau. (0, 5 pt)
- 1.4. La relation entre l'élongation du microphone R et celle de l'émetteur E s'écrit :

$$Y_R(t) = Y_E(t + \tau) \quad ; \quad Y_R(t) = Y_E(t - \tau)$$

$$; \quad Y_R(t) = Y_E(t - \frac{\tau}{2}) \quad ; \quad Y_R(t) = Y_E(t - 2\tau)$$

(0, 5 pt)



2. Les ondes lumineuses : Détermination de la longueur d'onde d'une onde lumineuse dans le verre

Pour déterminer la longueur d'onde d'une onde lumineuse dans le verre on envoie un faisceau lumineux monochromatique émis par le laser à la surface d'un prisme en verre d'indice de réfraction $n = 1,58$.

On donne dans le vide :

La longueur d'onde $\lambda_0 = 665,4 \text{ nm}$; La célérité de propagation de la lumière $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

- 2.1. Calculer la fréquence ν de l'onde lumineuse. (0, 25 pt)
- 2.2. Calculer la valeur de la vitesse V de la lumière dans le prisme. (0, 5 pt)
- 2.3. Trouver la valeur de la longueur d'onde λ' de l'onde lumineuse dans le prisme. (0, 5 pt)
- 2.4. Qu'observe-t-on si on remplace la lumière monochromatique par une lumière blanche ?
Quel est le nom de ce phénomène. (0, 5 pt)

Exercice 2 (4points):la médecine nucléaire.

La médecine nucléaire a une grande importance de nos jours, elle est utilisée dans le diagnostic et le traitement des maladies. Parmi ses techniques, la radiothérapie, utilisée dans le traitement des cancers ; la tumeur ou le tissu infecté est irradié par les rayonnements β^- émis par la désintégration du cobalt ${}_{27}^{60}\text{Co}$.

Données : $M({}_{27}^{60}\text{Co}) = 60 \text{ g/mol}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Première partie : désintégration de cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$:

Le noyau de cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ est de radioactivité β^- .

1- Ecrire l'équation de désintégration du noyau ${}^{60}_{27}\text{Co}$, en justifiant et indiquant le nucléide fils parmi les nucléides suivants :

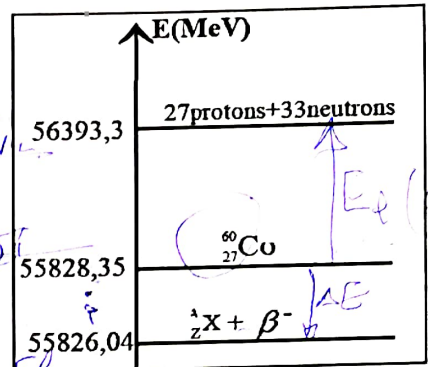
${}^{28}_{11}\text{Ni}$; ${}^{26}_{11}\text{Fe}$; ${}^{25}_{11}\text{Mn}$. 0,5 pt

2- La figure ci-contre représente le diagramme d'énergie de cette transformation. Calculer à partir du diagramme :

2.1- L'énergie ΔE produite de la désintégration d'un seul noyau de cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 0,25 pt

2.2- L'énergie de liaison d'un noyau de cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ et déduire l'énergie de liaison par nucléon. 0,25 pt

2.3- Calculer l'énergie libérée lors de la désintégration d'une masse $m=6\text{g}$. 0,5 pt



Deuxième partie : application de la loi de décroissance radioactive

Un centre hospitalier a reçu un échantillon de cobalt, ${}^{60}_{27}\text{Co}$ Co

à une date prise pour origine du temps $t=0$ à partir de laquelle commence le suivi de son activité radioactive $a(t)$. Le graphe ci-contre représente l'évolution de $a(t)$ en fonction du temps.

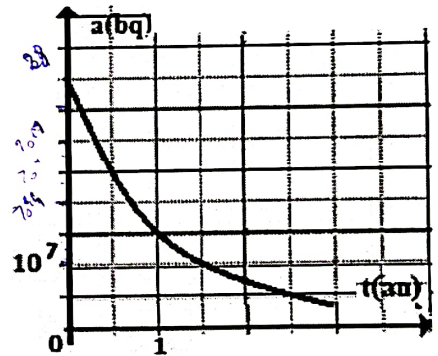
1. Déterminer a_0 l'activité initial de l'échantillon. 0,25 pt

2. Déterminer le temps de demi-vie $t_{1/2}$ et déduire la valeur de la constante radioactive λ en s^{-1} . 0,25 pt

3. Déduire la masse initiale m_0 de l'échantillon de cobalt reçu par le centre hospitalier. 0,25 pt

4. Calculer a_1 l'activité radiative de l'échantillon à l'instant $t_1=13,5$ ans. 0,5 pt

5. On admet que l'échantillon reçu perd son efficacité de traitement, quand son activité radioactive est $a=0,25 \times a_0$. à quel date faut-il fournir au centre hospitalier, un nouvel échantillon de cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 0,25 pt

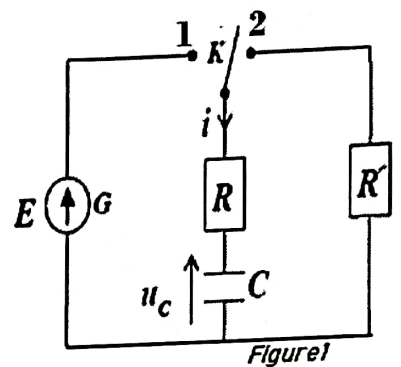


Exercice3 (7points) : réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension .

Le condensateur est un composant électrique capable d'emmagasiner de l'énergie électrique et de la restituer lors de sa décharge. Il est composé de deux plaques métalliques appelées armatures placées en regard l'une de l'autre et séparées par un isolant d'épaisseur variable appelée diélectrique.

Un professeur de physique se propose d'étudier le comportement d'un condensateur quand le dipôle RC est soumis à un échelon de tension et puis quand il est soumis à l'action d'un générateur idéal de courant. Pour cela il demande aux élèves de réaliser le montage schématiser sur la figure1 constitué de :

- G un générateur idéal de tension de force électromotrice E .
- Un condensateur de capacité C .
- Deux conducteur ohmique de résistance $R=1K\Omega$ et R' .
- Un interrupteur K .



1-Le professeur met l'interrupteur à la position 1, a un instant pris comme origine de temps.

On obtient le graphe figure2 représentant la variation de la tension u_C en fonction du temps.

1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur. 0,75 pt

1-2-la solution de l'équation précédente s'écrit sous la forme

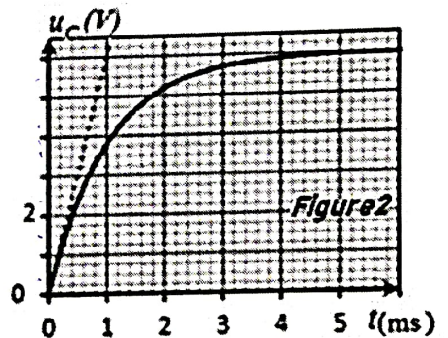
$$u_C(t) = Ae^{-t/\tau} + B \quad \text{tel que } \tau \text{ la constante de temps. Déterminer en}$$

justifiant les valeurs de A et B . 1 pt

1-3-déterminer graphiquement en justifiant la constante de temps τ . Et montrer que la capacité C du condensateur est $C=1\mu F$. 0,75 pt

1-4-on veut remplacer le condensateur précédent par trois condensateurs identiques en série.

Quelle sera la valeur de la capacité de chacun de ces condensateurs. 0,75 pt



2-Le professeur bascule l'interrupteur à la position 2 a un instant pris comme origine de temps.

Le graphe figure3 représente la variation de $\ln(u_C)$ en fonction du temps.

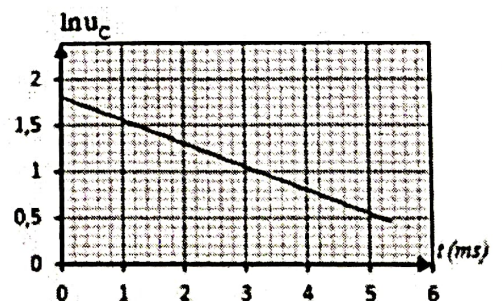
2-1-trouver l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C . 0,5 pt

2-2-la solution de cette équation s'écrit sous la forme $u_C(t) = E e^{-t/\tau'}$, où τ' est la nouvelle constante du temps.

2-2.1- Ecrire l'équation de la fonction : $\ln(u_C) = f(t)$. 0,5pt

2-2.2- Trouver la valeur de E et R' . 0,75 pt

2-3-Exprimer l'énergie électrique stockée en fonction de t , C , τ' et E . 0,5pt



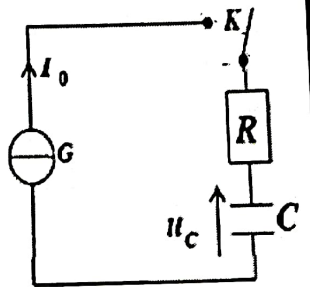
2-4-Déterminer l'instant de date t' où l'énergie électrique du condensateur ne représente que 10% de son énergie initiale. 0,5pt

3- Pour étudier la charge du condensateur par un générateur G de courant débitant un courant d'intensité constante I_0 .

Le professeur s'assure que le condensateur est complètement déchargé et réalise le montage suivant.

A un instant pris comme origine de temps, on ferme l'interrupteur K .

On obtient le graphe figure 4

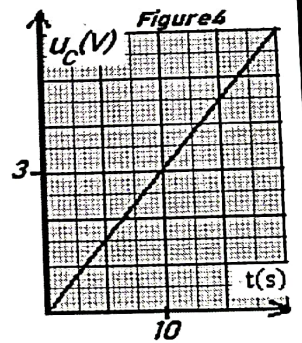


3-1-établir l'expression suivante : $u_c = \frac{I_0}{C} \cdot t$

où $u_c(t)$ la tension aux bornes du condensateur a l'instant de date t , et I_0 est l'intensité de courant imposé par le générateur de courant. 0,5

pt

3-2-Déterminer graphiquement la valeur de l'intensité de courant I_0 0,5 pt



Bonne
Chance