

EXERCICE 1 (7 points) : Chimie**Les deux parties 1 et 2 sont indépendantes****Partie 1 : Etude de la pile fer - zinc**

Parmi les applications des réactions d'oxydoréduction on trouve les piles électrochimiques. Au cours du fonctionnement de ces piles, une partie de l'énergie chimique produite par ces réactions est transformée en énergie électrique.

La pile fer-zinc étudiée dans cette partie est composée de deux compartiments (1) et (2) liés par un pont salin.

Le compartiment(1) contient un volume V_1 de solution de sulfate de fer II : $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ de concentration initiale en ion Fer II : $C_1 = [\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}]_i$ dans laquelle est plongée une plaque de fer.

Le compartiment (2) contient un volume $V_2 = V_1$ de solution de sulfate de zinc $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ de concentration initiale en ion zinc : $C_2 = C_1 = [\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}]_i$ dans laquelle est plongée une plaque de zinc.

Un circuit électrique est réalisé en branchant un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur en série avec la pile fer-zinc étudiée.

L'ampèremètre est branché de façon que sa borne COM (pôle négatif) soit reliée à l'électrode de zinc.

A un instant de date $t_0 = 0$ on ferme le circuit et l'ampèremètre affiche la valeur constante positive

$I = 500 \text{ mA}$ de l'intensité du courant électrique durant $\Delta t = t_1 - t_0 = 10 \text{ min}$.

Données :

- Couples ox/red intervenant dans la réaction : $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} / \text{Zn}_{(\text{s})}$ et $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} / \text{Fe}_{(\text{s})}$;

- Constante de Faraday : $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$;

- Masse molaire : $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

On souligne que la réaction modélisant la transformation qui a eu lieu est totale.

1- Indiquer, en justifiant, l'électrode positive de la pile. **(0,5 pt)**

2- Ecrire l'équation de la réaction au niveau de chaque électrode, et déduire l'équation bilan lors du fonctionnement de la pile. **(0,75 pt)**

3- La pile fonctionne pendant la durée $\Delta t = 10 \text{ min}$. Montrer que la variation de la masse de la plaque de fer

a pour expression $\Delta m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(\text{Fe})}{2 \cdot F}$. Calculer sa valeur. **(1 pt)**

Partie 2 : Etude d'une solution aqueuse d'une base

Dans cette partie de l'exercice on se propose d'étudier une solution aqueuse d'une amine $R - \text{NH}_2$ où R est une chaîne carbonée. Cette amine a un caractère basique, elle se transforme en son acide conjugué $R - \text{NH}_3^+$.

On prépare une solution aqueuse S_B de cette amine de volume V et de concentration $C_B = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La mesure de son pH donne $\text{pH} = 11,88$.

On note que toutes les mesures sont effectuées à 25°C .

1-Etude de la solution S_B :

1-1- Ecrire l'équation de la réaction de $R - \text{NH}_2$ avec l'eau. **(0,5pt)**

1-2- Les courbes de la figure 1 représentent le diagramme de distribution de la forme acide et de la forme basique du couple $R - \text{NH}_{3(\text{aq})}^+ / R - \text{NH}_{2(\text{aq})}$.

En exploitant les courbes de la figure 1 :

1-2-1- Vérifier en justifiant que la valeur du pK_A du couple $R-NH_3^+_{(aq)} / R-NH_{2(aq)}$ est $pK_A = 10,8$. (0,5pt)

1-2-2- Indiquer en justifiant l'espèce prédominante ($R-NH_3^+$ ou $R-NH_2$) dans la solution S_B . (0,5pt)

1-2-3- Déterminer la valeur du pH pour que le pourcentage de l'acide soit égal à quatre (4) fois celui de la base. (0,75pt)

2- Dosage de la solution aqueuse S_B

On a réalisé le dosage d'un volume $V_B = 10,0 \text{ mL}$ de

la solution S_B de concentration $C_B = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$,

par une solution S_A d'acide chlorhydrique $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_A = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

2-1- Ecrire l'équation de la réaction du dosage. (0,5pt)

2-2- Déterminer V_{AE} le volume d'acide chlorhydrique qui a été versé pour atteindre l'équivalence. (0,5pt)

2-3- Le pH du mélange réactionnel est $\text{pH} = 10,2$ lorsque le volume versé de la solution S_A est $V_A = 16,0 \text{ mL}$.

En vous aidant du tableau d'avancement de la réaction de dosage, exprimer x_f l'avancement de la réaction à cet état final en fonction de C_A , V_A , V_B et pH . Vérifier que sa valeur est $x_f \approx 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. (0,75pt)

2-4- Déduire, en calculant τ le taux d'avancement final de la réaction pour $V_A = 16,0 \text{ mL}$, que la transformation associée à la réaction de dosage est totale. (0,75pt)

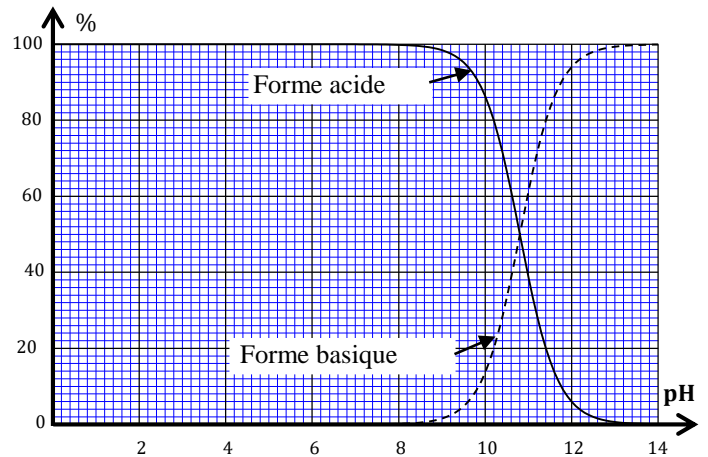


Figure 1

EXERCICE 2 (2,5 points) : Propagation d'une onde mécanique

Dans cet exercice, on se propose d'étudier la propagation d'une onde mécanique dans l'air.

On réalise l'expérience suivante avec deux microphones M1 et M2 distants de $d = 2,85 \text{ m}$ et reliés aux voies A et B d'un oscilloscope à mémoire. Entre ces deux microphones, un émetteur produit des salves de son.

L'émetteur est à la distance ℓ du microphone M1. L'émetteur, M1 et M2 sont alignés. (Figure 1).

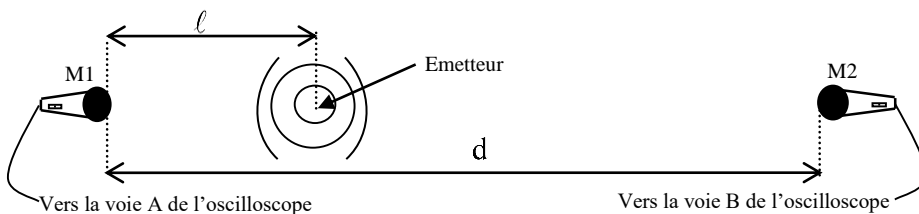


Figure 1

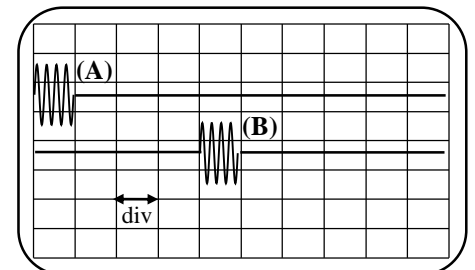


Figure 2

Les oscillogrammes obtenus sur les deux voies A et B de l'oscilloscope sont représentés sur la figure 2.

La sensibilité horizontale de l'oscilloscope est réglée à $0,5 \text{ ms}$ par division.

Donnée : - La célérité du son dans l'air est $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

1- Définir une onde mécanique longitudinale. (0,25pt)

2- Répondre par vrai ou faux (sans justification) aux propositions suivantes : (1pt)

a- Les ondes lumineuses sont des ondes mécaniques.

b- Dans un même milieu, la diffraction modifie la longueur d'onde.

c- La célérité du son dépend du milieu de propagation.

d- Une onde longitudinale se propage avec transport de la matière.

3- Déterminer le retard temporel τ avec lequel le son arrive en M2 par rapport à M1. (0,5pt)

4- Déterminer la valeur de ℓ . (0,75pt)

EXERCICE 3 (2 points) : Désintégration en chaîne

Suite à des désintégrations en chaîne, un nucléide peut se transformer en d'autres jusqu'à obtention d'un nucléide stable, formant ainsi une famille radioactive.

Le diagramme ci-dessous donne quelques nucléides appartenant à une famille radioactive.

Données : * masse des noyaux : $m(^{212}_{83}\text{Bi}) = 211,991286 \text{ u}$; $m(^{208}_{81}\text{Tl}) = 207,982019 \text{ u}$; $m(\alpha) = 4,002603 \text{ u}$;

$$* 1\text{u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}.$$

1- En exploitant le diagramme ci-contre :

1-1- Identifier, en justifiant le type de la désintégration (1). (0,25pt)

1-2- Reconnaître le nucléide ^A_ZX . (0,25pt)

2- On considère la désintégration d'un noyau de bismuth $^{212}_{83}\text{Bi}$ en noyau de thallium $^{208}_{81}\text{Tl}$. (Désintégration (2)).

2-1- Ecrire l'équation de cette désintégration. (0,25pt)

2-2- Déterminer, en unité (MeV), $E_{\text{libérée}} = |\Delta E|$ la valeur de l'énergie libérée par cette désintégration. (0,5pt)

2-3- Soit une source radioactive contenant à l'instant $t = 0$,

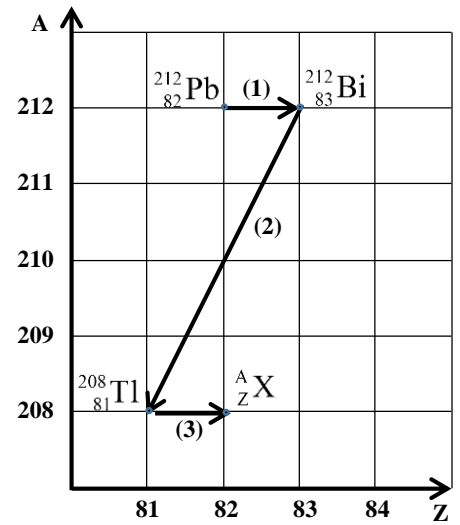
$N_0 = 2,84 \cdot 10^{20}$ noyaux radioactifs de bismuth $^{212}_{83}\text{Bi}$. A l'instant

$t_1 = 15 \text{ min}$, le nombre de noyaux de thallium formés est :

$$N_1 = 4,484 \cdot 10^{19}.$$

Montrer que l'expression de la demi-vie $t_{1/2}$ du bismuth $^{212}_{83}\text{Bi}$ est : $t_{1/2} = \frac{t_1 \cdot \ln 2}{\ln \left(\frac{N_0}{N_0 - N_1} \right)}$.

Calculer sa valeur en minute. (0,75pt)



EXERCICE 4 (3,5 points) : Electricité

Les circuits RC, RLC, ... sont utilisés dans les montages électroniques de plusieurs appareils électriques et électroniques.

On se propose, dans cet exercice d'étudier :

- la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ;
- les oscillations libres dans un circuit RLC série.

Le montage électrique schématisé sur la figure 1 comporte :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$;
- une bobine d'inductance $L = 20 \text{ mH}$ et de résistance r ;
- un interrupteur K à double position.

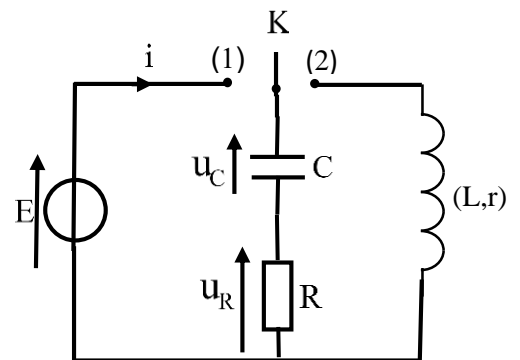


Figure 1

1-Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

A un instant choisi comme origine des dates $t_0=0$ on met l'interrupteur K en position (1).

Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de suivre l'évolution temporelle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique (figure 2). Dans cette figure, (T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t_0=0$ et τ la constante de temps du circuit.

1-1- En utilisant la loi d'additivité des tensions, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_R(t)$ s'écrit

$$\text{sous la forme : } \frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{RC} u_R(t) = 0 \quad (0,5\text{pt})$$

1-2- En s'aidant du graphe de la figure 2 :

1-2-1- Déterminer la valeur de E. (0,25pt)

1-2-2- Vérifier que $C=0,10\mu\text{F}$. (0,75pt)

2-Oscillations libres dans un circuit RLC série

Le condensateur précédent étant chargé totalement, on bascule l'interrupteur K en position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates $t_0=0$. Le même système d'acquisition utilisé a permis de suivre l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur (figure 3) et de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique (figure 4).

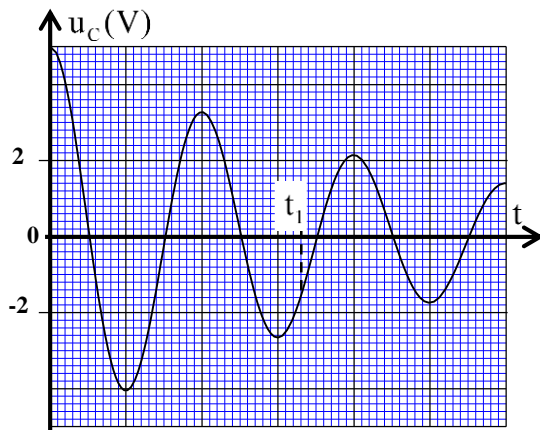


Figure 3

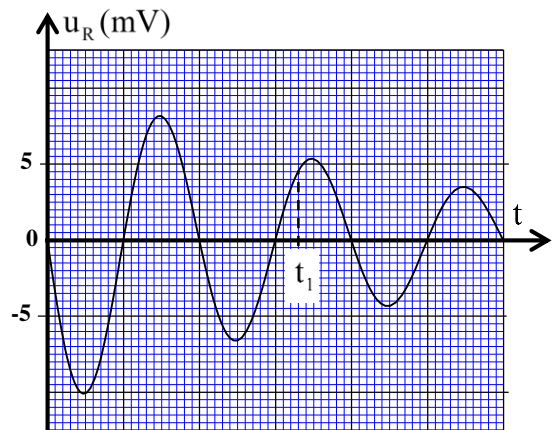


Figure 4

2-1- En s'aidant de la loi d'additivité des tensions :

2-1-1- Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la bobine juste après le basculement de l'interrupteur K en position (2). (0,25pt)

2-1-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. (0,75pt)

2-2- Exprimer l'énergie totale E_t du circuit en fonction de L, C, $u_C(t)$, R et $u_R(t)$. (0,5pt)

2-3- En s'aidant des courbes de la figure 3 et de la figure 4, vérifier que l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre l'instant $t_0=0$ et l'instant t_1 est : $E_j = |\Delta E_t| \approx 1,1\mu\text{J}$. (0,5pt)

EXERCICE 5 (5 points) : Mouvement d'un corps solide

On étudie dans cet exercice le mouvement d'une bille le long d'un parcours AB rectiligne puis son mouvement en chute libre après le point B.

Le parcours AB est incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. La trajectoire du mouvement de la bille est située dans un plan vertical (Figure 1).

On modélise la bille par un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G. Durant le mouvement de (S) sur le parcours AB, les forces qui s'opposent à son avancement sont équivalentes à une force de même direction, de sens opposé au mouvement et d'intensité constante f .

Données : Intensité de la pesanteur : $g=10\text{m.s}^{-2}$;

$$\alpha=20^\circ ; m=100\text{g} .$$

On étudie le mouvement de G sur le parcours AB dans un repère orthonormé $R_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$, et son mouvement de chute libre dans un repère orthonormé $R(B, \vec{i}, \vec{j})$. Les deux repères sont liés à un référentiel terrestre supposé galiléen.

1-Mouvement de (S) le long du parcours AB

On envoie le solide (S) du point A à l'instant $t_0=0$ choisi comme origine des dates.

1-1- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression de l'accélération a_{x1} du mouvement de G s'écrit :

$$a_{x1} = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m} . \text{ (0,5pt)}$$

1-2- La courbe de la figure 2 représente l'évolution temporelle de la vitesse de G le long du trajet AB.

1-2-1- Déterminer graphiquement la valeur de l'accélération a_{x1} de G. **(0,5pt)**

1-2-2- Déduire l'intensité f . **(0,5pt)**

1-3- Vérifier que la vitesse de G à son arrivée au point B est $V_B \approx 0,8\text{m.s}^{-1}$ sachant que la durée mise par le solide (S) pour parcourir le trajet AB est $t_{AB} = 1,1\text{s}$. **(0,75pt)**

2-Mouvement de chute libre de (S)

Le solide (S) quitte le point B avec la vitesse \vec{V}_B faisant l'angle α avec l'horizontale et continue son mouvement mais en chute libre (Figure1). On choisit l'instant de passage de la bille par le point B comme nouvelle origine des dates ($t=0$).

2-1- Etablir, dans le repère orthonormé $R(B, \vec{i}, \vec{j})$, les équations horaires paramétriques $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie G. **(1pt)**

2-2- Montrer que l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G s'écrit : $y=8,85x^2+0,36x$. **(0,5 pt)**

2-3- Soit N un point de coordonnées $x_N = 20\text{cm}$ et $y_N = 42,6\text{cm}$.

2-3-1- Vérifier que G passe par le point N. **(0,5 pt)**

2-3-2- Calculer la vitesse de G à son arrivée au point N en se basant sur les équations horaires de la vitesse de G. **(0,75 pt)**

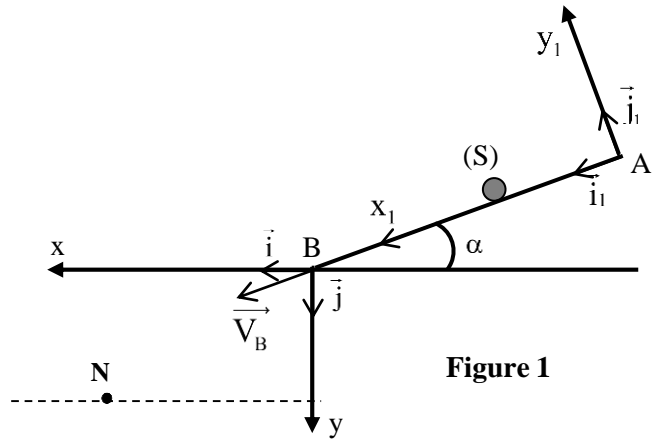


Figure 1

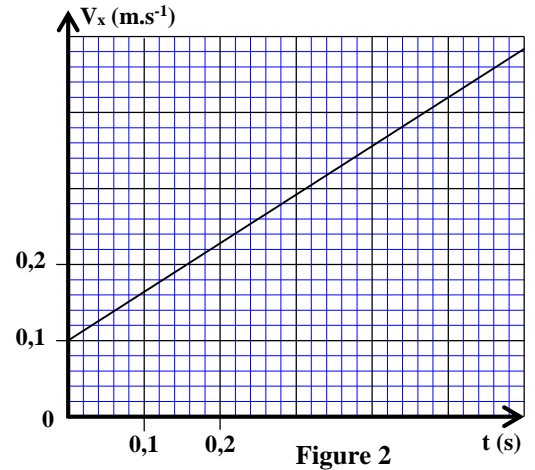


Figure 2

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الممالك الدولية
الدورة الاستعدادية 2024

SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS

مخاض الإجابة

RR 28F

3h

مدة الإنجاز

الفيزياء والكيمياء

المادة

7

المعامل

شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)

الشعبة أو المملك

EXERCICE 1 (7 points)

| Question | Eléments de réponse | Barème | Référence de la question dans le cadre de référence |
|----------|--|--|---|
| Partie 1 | 1 Electrode positive = fer Justification | 0,25 0,25 | - Interpréter le fonctionnement d'une pile en disposant d'une information parmi les suivantes : le sens de du courant électrique, la f.é.m , les réactions aux électrodes, la polarité des électrodes ou le mouvement des porteurs de charges. |
| | 2 Equations aux électrodes + équation bilan | 3x0,25 | - Ecrire les équations des réactions aux électrodes (avec double flèche) et l'équation bilan lors du fonctionnement de la pile (avec une seule flèche). |
| | 3 Démonstration $\Delta m \approx 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ | 0,75 0,25 | - Etablir la relation entre les quantités de matière des espèces formées ou consommées, l'intensité du courant et la durée de fonctionnement de la pile. Utiliser cette relation pour déterminer d'autres grandeurs (quantité d'électricité, l'avancement de la réaction, variation de masse...). |
| Partie 2 | 1-1 Equation de la réaction | 0,5 | - Ecrire l'équation de la réaction modélisant une transformation acido-basique et identifier les deux couples intervenants. |
| | 1-2-1 Vérification | 0,5 | - Ecrire et utiliser l'expression de la constante d'acidité K_A associée à l'équation de la réaction d'un acide avec l'eau. - Connaître la relation $\text{p}K_A = -\log K_A$. - Exploiter le diagramme de prédominance et de distribution des espèces acides et basiques présentes en solution aqueuse. |
| | 1-2-2 Espèce prédominante : $\text{R} - \text{NH}_2$ Justification | 0,25 0,25 | |
| | 1-2-3 $\text{pH} = 10,2$ Justification | 0,25 0,5 | |
| | 2-1 Equation de la réaction | 0,5 | Ecrire l'équation de réaction de dosage (en utilisant une seule flèche). |
| | 2-2 Méthode $V_{AE} = 20 \text{ mL}$ | 0,25 0,25 | - Repérer et exploiter le point d'équivalence |
| | 2-3 $x_f = C_A V_A - (V_A + V_B) \cdot 10^{-\text{pH}}$ Vérification | 0,5 0,25 | - Dresser le tableau d'avancement d'une réaction et l'exploiter. - Calculer l'avancement final de la réaction d'un acide avec l'eau, connaissant la valeur de la concentration et du pH de la solution de cet acide, et le comparer à l'avancement maximal. |
| | | 2-4 $\tau \approx 100\%$ donc réaction totale | 0,75 |

Exercice 2 (2,5 points)

| Question | Eléments de réponses | Barème | Référence de la question dans le cadre de référence |
|----------|---|-------------|--|
| 1 | Définition | 0,25 | -Définir une onde progressive. |
| 2 | a-faux ; b-faux c-vrai ; d-faux | 4x0,25 | -Savoir que la lumière a un aspect ondulatoire, - Connaître les caractéristiques de l'onde diffractée. -Définir une onde transversale et une onde longitudinale. -Définir une onde progressive. |
| 3 | $\tau = 2 \text{ ms}$ | 0,5 | Exploiter des documents expérimentaux et des données pour déterminer : * un retard temporel. |
| 4 | $\ell = \frac{d - \tau \cdot v}{2}$ $\ell = 1,085 \text{ m}$ | 0,5 0,25 | - Exploiter la relation entre le retard temporel, la distance et la célérité. |

Exercice 3 (2 points)

| Question | Eléments de réponses | Barème | Référence de la question dans le cadre de référence |
|----------|---|--------------|---|
| 1-1 | Type β^- + Justification | 0,25 | - Reconnaître le type de radioactivité à partir de l'équation d'une réaction nucléaire. |
| 1-2 | ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ | 0,25 | - Connaître et exploiter les deux lois de conservation -Ecrire l'équation d'une réaction nucléaire en appliquant les deux lois de conservation. - Exploiter le diagramme (N,Z). - Connaître la signification du symbole ${}^A_Z\text{X}$ et donner la composition du noyau correspondant. - Reconnaître les isotopes d'un élément chimique. |
| 2-1 | Equation de la désintégration | 0,25 | - Ecrire l'équation d'une réaction nucléaire en appliquant les deux lois de conservation. |
| 2-2 | Méthode $E_{\text{libérée}} = \Delta E \approx 6,21 \text{ MeV}$ | 0,25 0,25 | - Calculer l'énergie libérée (produite) par une réaction nucléaire : $E_{\text{libérée}} = \Delta E $. |
| 2-3 | Démonstration $t_{1/2} \approx 60,5 \text{ min}$ | 0,5 0,25 | - Connaître et exploiter la loi de décroissance radioactive et exploiter sa courbe correspondante. - Définir de la constante de temps τ et la demi-vie $t_{1/2}$. - Exploiter les relations entre τ , λ et $t_{1/2}$. |

EXERCICE 4 (3,5 points)

| Question | Eléments de réponse | Barème | Référence de la question dans le cadre de référence |
|----------|--|-------------|---|
| 1-1 | Démonstration | 0,5 | <ul style="list-style-type: none"> - Etablir l'équation différentielle et vérifier sa solution lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension. - Connaître et exploiter la relation $i = \frac{dq}{dt}$ pour un condensateur en convention récepteur. - Connaître et exploiter la relation $q = C.u$. |
| 1-2-1 | $E = 5 \text{ V}$. | 0,25 | <ul style="list-style-type: none"> - Connaître que la tension aux bornes d'un condensateur est une fonction du temps continue, et que l'intensité est une fonction discontinue à $t=0$. -Reconnaître et représenter les courbes de variation en fonction du temps, de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et les différentes grandeurs qui lui sont liées, et les exploiter. - Exploiter des documents expérimentaux pour reconnaître les tensions observées. |
| 1-2-2 | Vérification | 0,75 | <ul style="list-style-type: none"> - Connaître et exploiter l'expression de la constante de temps. - Exploiter des documents expérimentaux pour déterminer la constante de temps. |
| 2-1-1 | $u_b(0^+) = -5 \text{ V}$ | 0,25 | <ul style="list-style-type: none"> - Connaître qu'une bobine retarde l'établissement et la disparition du courant et que l'intensité $i(t)$ est une fonction du temps continue et que la tension entre ses bornes est une fonction discontinue à $t=0$. - Connaître que la tension aux bornes d'un condensateur est une fonction du temps continue, et que l'intensité est une fonction discontinue à $t=0$. |
| 2-1-2 | Méthode Equation différentielle. | 0,5 0,25 | <ul style="list-style-type: none"> - Représenter les tensions u_R et u_L en convention récepteur. - Connaître et exploiter l'expression de la tension $u = r.i + L. \frac{di}{dt}$ aux bornes d'une bobine en convention récepteur. -Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur ou par sa charge dans le cas d'amortissement. |
| 2-2 | $E_t = \frac{1}{2} (Cu_C^2(t) + \frac{L}{R^2} u_R^2(t))$ | 0,5 | <ul style="list-style-type: none"> -Connaître et exploiter l'expression de l'énergie électrique emmagasinée dans un condensateur. |
| 2-3 | vérification | 0,5 | <ul style="list-style-type: none"> - Connaître et exploiter l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans une bobine. -Connaître et exploiter l'expression de l'énergie totale du circuit. |

EXERCICE 5 (5 points)

| Question | Eléments de réponse | Barème | Référence de la question dans le cadre de référence |
|----------|--|--------|---|
| 1-1 | Démonstration | 0,5 | - Appliquer la deuxième loi de Newton pour établir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie d'un système sur un plan horizontal ou incliné et déterminer les grandeurs cinématiques et dynamiques caractéristiques du mouvement. - Connaître et exploiter les caractéristiques du mouvement rectiligne uniformément varié et ses équations horaires. |
| 1-2-1 | $a_{x1} \approx 0,64 \text{ m.s}^{-2}$ | 0,5 | |
| 1-2-2 | $f \approx 0,28 \text{ N}$ | 0,5 | |
| 1-3 | Vérification | 0,75 | - Exploiter le diagramme de la vitesse $v_G = f(t)$. |
| 2-1 | Equations horaires | 2x0,5 | - Appliquer la deuxième loi de Newton dans le cas d'un projectile pour : *établir les équations différentielles du mouvement. *en déduire les équations horaires du mouvement et les exploiter. * trouver l'équation de la trajectoire. |
| 2-2 | Démonstration | 0,5 | |
| 2-3-1 | Vérification | 0,5 | |
| 2-3-2 | Méthode | 0,5 | |
| | $v_N \approx 3,03 \text{ m.s}^{-1}$ | 0,25 | |