

Barème	Sujet
---------------	--------------

Chimie (7 points) : Suivi temporel d'une réaction d'oxydo-réduction
Étude d'une solution aqueuse d'acide benzoïque

Les deux parties sont indépendantes

Les réactions d'oxydo-réduction et d'acide-base sont deux types de transformations chimiques d'une importance capitale en chimie des solutions.

Ces transformations peuvent être étudiées par différentes méthodes, ce qui permet de faire un suivi temporel d'un système chimique, et déterminer certaines caractéristiques et grandeurs...

Cet exercice vise :

- le suivi temporel d'une réaction d'oxydo-réduction;
- l'étude d'une solution aqueuse d'acide benzoïque.

Partie 1 : Suivi temporel d'une réaction d'oxydo-réduction

À l'instant $t_0 = 0$, on prépare une solution (S) en mélangeant un volume d'une solution aqueuse d'iodure de potassium $K_{(aq)}^+ + I_{(aq)}^-$ contenant $n_1 = 8.10^{-2} mol$ d'ions $I_{(aq)}^-$, avec un volume d'une solution aqueuse de peroxydisulfate de sodium $2Na_{(aq)}^+ + S_2O_{8(aq)}^{2-}$ contenant $n_2 = 2.10^{-2} mol$ d'ions $S_2O_{8(aq)}^{2-}$. Le volume totale de la solution est $V = 200 mL$. Au cours de la réaction, il se forme le diiode selon l'équation-bilan : $S_2O_{8(aq)}^{2-} + 2I_{(aq)}^- \rightarrow 2SO_{4(aq)}^{2-} + I_{2(aq)}$

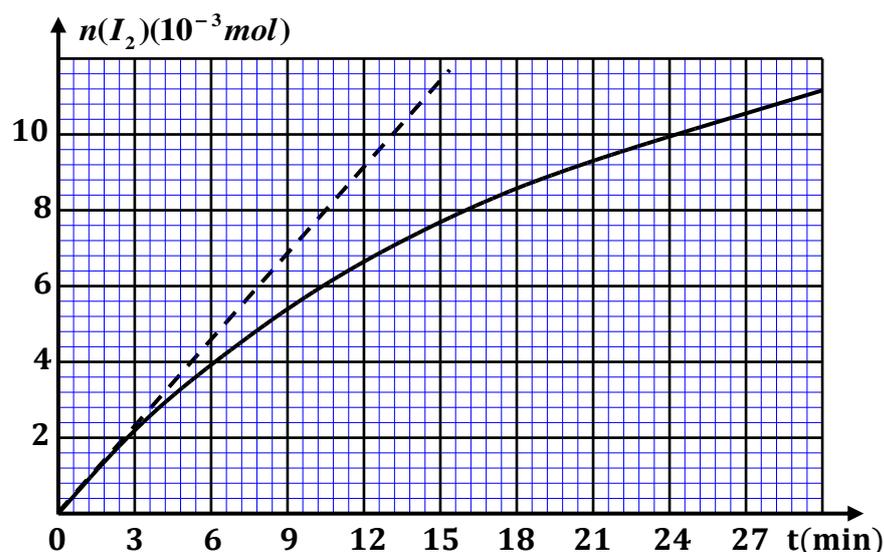
0,5 1. Déterminer la valeur de l'avancement maximale x_{max} .

Déduire le réactif limitant.

2. La courbe de la figure ci-contre donne les variations de la quantité de matière du diiode formé en fonction du temps $n(I_2) = f(t)$.

0,75 2.1. Calculer en $(mol.L^{-1}.min^{-1})$, la valeur de la vitesse volumique de réaction à l'instant $t_0 = 0$.

0,5 2.2. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.



Partie 2 : Étude d'une solution aqueuse d'acide benzoïque

L'acide benzoïque, de formule C_6H_5COOH , est un solide blanc peu soluble dans l'eau; c'est un conservateur utilisé dans l'industrie alimentaire, en particulier dans les boissons rafraichissantes de type soda, ou il est désigné par son code : E210.

1. On dispose d'une solution (S_1) d'acide benzoïque de volume $V_1 = 200 mL$ et de concentration molaire $C_1 = 1,0.10^{-2} mol.L^{-1}$. Le pH de la solution à $25^\circ C$ est $pH_1 = 3,1$.

0,5 1.1. Écrire l'équation chimique de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide benzoïque et l'eau.

0,5 1.2. Calculer l'avancement final x_f de la réaction.

0,5 1.3. Calculer le taux d'avancement final τ_1 de la réaction. Conclure.

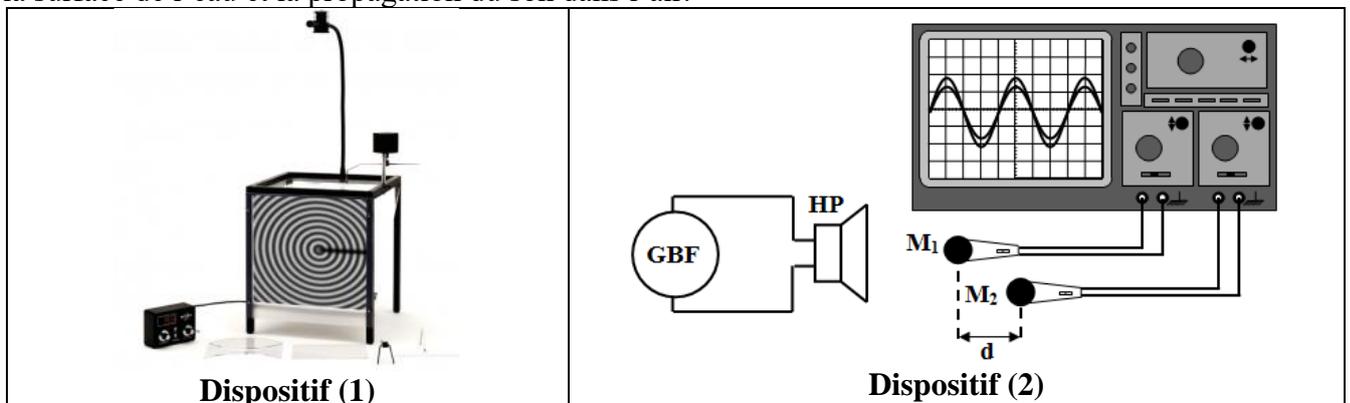
- 0,5 1.4. Vérifier que le pK_{A1} du couple $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$ vaut $pK_{A1} = 4,2$ à $25^\circ C$.
- 0,5 1.5. Quelle est l'espèce chimique prédominante (acide benzoïque ou ion benzoate) dans la solution (S_1) étudiée ? Justifier.
- 0,5 1.6. Pour une solution aqueuse (S_2) d'acide méthanoïque $HCOOH$ de concentration molaire $C_2 = C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$, le taux d'avancement final τ_2 de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau vaut $\tau_2 = 0,126$.
En comparant τ_1 et τ_2 , indiquer lequel des deux acides C_6H_5COOH et $HCOOH$ est le plus dissocié en solution.
2. Pour s'assurer de la valeur de la concentration molaire C_1 de la solution (S_1), on introduit dans un bécher le volume $V_A = 20 mL$ de la solution (S_1) et on la dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 5,0 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$. Le volume versé à l'équivalence est $V_{B,E} = 4 mL$.
- 0,5 2.1. Écrire l'équation chimique de la réaction de dosage supposée totale.
- 0,5 2.2. Retrouver la valeur de la concentration molaire C_1 .
3. On mélange le même volume de la solution (S_1) d'acide benzoïque et d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium $Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$.
- 0,5 3.1. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide benzoïque $C_6H_5COOH_{(aq)}$ et l'ion méthanoate $HCOO^-_{(aq)}$.
- 0,75 3.2. Calculer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation chimique précédente. On donne $pK_{A2}(HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}) = 3,75$.

Physique (13 points)

Exercice 1 (4,5 points) : Propagation des ondes

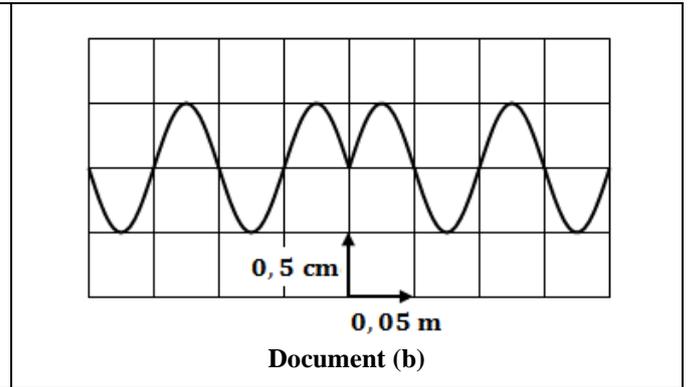
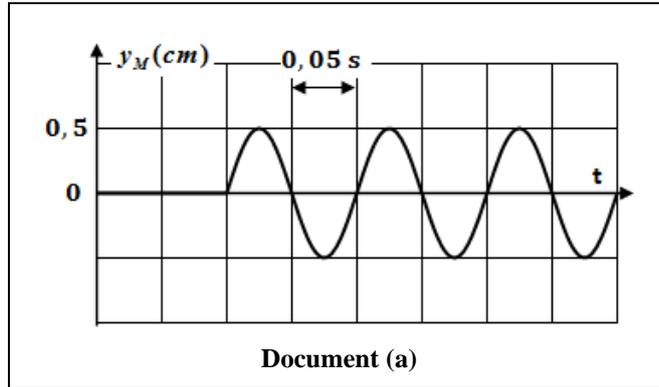
La propagation des ondes est un phénomène naturel qui peut se produire dans certains milieux. Dans différentes conditions, l'étude d'une telle propagation peut engendrer des informations sur la nature des ondes, leurs caractéristiques, et sur le milieu de propagation.

La figure ci-dessous donne deux dispositifs (1) et (2) permettant d'étudier la propagation d'une onde à la surface de l'eau et la propagation du son dans l'air.



- 0,5 1. Quelle est la nature de l'onde mécanique produite respectivement par les sources de ces deux dispositifs ?
2. Dans le dispositif (1), un vibreur produit une onde progressive sinusoïdale de fréquence N_1 . Une étude expérimentale a permis d'obtenir le document (a) représentant l'élongation d'un point M de la

surface de l'eau en fonction du temps et le document (b) représentant l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.



- 0,25 2.1. Lequel des deux documents (a) et (b) montre une périodicité spatiale?
- 0,5 2.2. Déterminer la fréquence N_1 de l'onde.
- 0,5 2.3. Calculer la célérité v_1 de propagation de l'onde à la surface de l'eau.
- 0,5 2.4. Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

L'élongation du point M en fonction de l'élongation de la source S s'écrit :

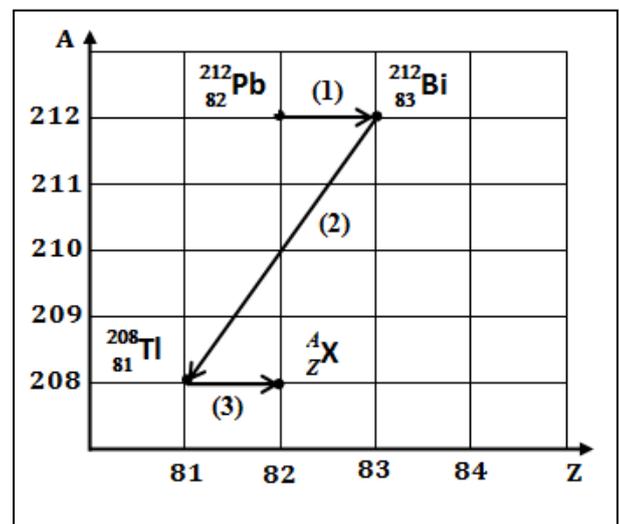
A	$y_M(t) = y_S(t+0,1)$	B	$y_M(t) = y_S(t+0,05)$	C	$y_M(t) = y_S(t-0,1)$	D	$y_M(t) = y_S(t-0,05)$
---	-----------------------	---	------------------------	---	-----------------------	---	------------------------

3. On interpose à la surface de l'eau un obstacle muni d'une ouverture de diamètre $L = 8\text{ cm}$. L'onde produite à la surface de l'eau par la source se propage après avoir traversé l'ouverture.
- 0,5 3.1. Quel phénomène peut-on observer lorsque l'onde traverse l'ouverture ? Justifier.
- 0,5 3.2. Déduire la longueur d'onde λ_2 et la célérité de propagation v_2 de l'onde au-delà de l'ouverture.
4. Le haut-parleur du dispositif (2), émet des ondes sonores de fréquence $N_2 = 10\text{ kHz}$.
- 0,5 4.1. Les ondes sonores produites peuvent-elles se propager dans le vide? Justifier.
- 0,75 4.2. Les ondes sont captées par deux microphones M_1 et M_2 qui occupent la même position. Les courbes visualisées sur l'écran de l'oscilloscope apparaissent en phase. Lorsqu'on déplace M_2 par rapport à M_1 d'une distance $d = 34\text{ cm}$, les deux courbes observées apparaissent à nouveau en phase pour la dixième (10) fois. Déduire la célérité de propagation du son dans l'air.

Exercice 2 (3 points) : Transformations nucléaires

La radioactivité est un phénomène naturel et durable produit par des sources radioactives. 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. Selon leurs durées de vie, ces sources peuvent avoir des avantages et des inconvénients.

Le diagramme ci-contre donne quelques nucléides appartenant à la famille radioactive de l'uranium.



Données :

$m({}^{212}_{83}\text{Bi}) = 211,94562 u$; $m({}^{208}_{81}\text{Tl}) = 207,93745 u$; $m(\alpha) = 4,00150 u$; $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

- 0,25 1. Préciser en justifiant, si les nucléides ${}^{212}_{82}\text{Pb}$ et ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ sont des isotopes.
- 0,5 2. Identifier en justifiant le type de la désintégration (1) (Voir diagramme).
- 0,25 3. Reconnaître le nucléide ${}^A_Z X$.
- 0,5 4. Déterminer, en unité (MeV), la valeur de l'énergie libérée $E_{\text{libérée}} = |\Delta E|$ par la désintégration d'un noyau de bismuth ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ en thallium ${}^{208}_{81}\text{Tl}$.
5. Soit une source radioactive contenant à l'instant ($t_0 = 0$), $N_0 = 28,4 \cdot 10^{19}$ noyaux de bismuth ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ radioactif. Pendant la durée de 15 min, un compteur a enregistré $4,484 \cdot 10^{19}$ désintégrations.
- 0,5 5.1. Quelle est le nombre de noyaux de bismuth ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ présent dans la source à l'instant $t_1 = 15 \text{ min}$?
- 0,5 5.2. Déterminer la période radioactive (demi-vie) $t_{1/2}$ du bismuth ${}^{212}_{83}\text{Bi}$.
- 0,5 5.3. Le nucléide de bismuth ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ peut-il être utilisé pour la datation d'un événement? Justifier.

Exercice 3 (5,5 points): Réponse d'un dipôle

Le condensateur est un composant électronique caractérisé par sa capacité qu'on peut déterminer par l'étude de sa charge avec un générateur idéal de courant. Le condensateur, placé dans un circuit, peut stocker l'énergie qui sera transférée lors de différents usages.

Cet exercice vise :

- l'étude de la charge et la décharge d'un condensateur ;
- l'étude de l'influence de certains paramètres du circuit sur les oscillations électriques.

On réalise le montage de la figure (1) constitué des éléments suivants :

- un générateur idéal de courant qui alimente le circuit par un courant électrique d'intensité constante $I_0 = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ A}$;
- une bobine b_1 d'inductance L_1 et de résistance négligeable ;
- un condensateur de capacité C ;
- un interrupteur K à deux positions.

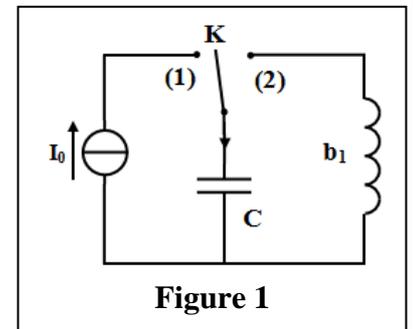


Figure 1

Partie 1 : Étude de la charge et la décharge d'un condensateur

1. À l'instant $t_0 = 0$, on place l'interrupteur K en position (1), et on suit à l'aide d'un dispositif convenable, les variations de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur. La figure (2) représente la courbe obtenue.

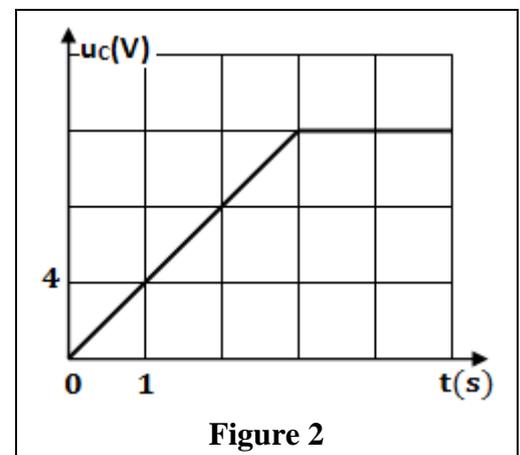


Figure 2

- 0,5 1.1. En exploitant la courbe, montrer que $C = 8 \mu\text{F}$.
- 0,5 1.2. Déterminer l'énergie électrique \mathcal{E}_c emmagasinée par le condensateur à l'instant $t = 3 \text{ s}$.

2. Lorsque le condensateur est totalement chargé, on bascule l'interrupteur en position (2). Cet instant est pris comme nouvelle origine de temps $t_0 = 0$.

0,5

La courbe de la figure (3) représente les variations de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

2.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$.

0,25

2.2. Nommer le régime d'oscillations dans le circuit.

2.3. La solution de l'équation différentielle s'écrit :

$$u_c(t) = U_{C_{\max}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right).$$

0,75

2.3.1. Déterminer les valeurs de $U_{C_{\max}}$, T_0 et φ .

0,5

2.3.2. Déterminer la charge maximale Q_0 du condensateur.

0,5

2.3.3. Calculer la valeur de l'inductance L_1 (On prend $\pi^2 = 10$).

0,75

2.4. L'énergie totale \mathcal{E} du circuit est égale à la somme de l'énergie électrique \mathcal{E}_e emmagasinée dans le condensateur et de l'énergie magnétique \mathcal{E}_m emmagasinée dans la bobine : $\mathcal{E} = \mathcal{E}_e + \mathcal{E}_m$.

Indiquer comment se répartit l'énergie totale dans le circuit à l'instant $t = \frac{3T_0}{2}$.

Partie 2 : Étude de l'influence de certains paramètres du circuit sur les oscillations électriques

Dans le circuit de la figure (1), on remplace la bobine b_1 par une bobine b_2 d'inductance $L_2 \neq L_1$ et de résistance r_2 non négligeable. Le condensateur totalement chargé, se décharge à travers la bobine b_2 à partir de l'instant $t_0 = 0$. La courbe de la figure (4) donne les variations de la tension $u_c(t)$.

0,25

1. Expliquer, de point de vue énergétique, le régime d'oscillations dans le circuit.

2. En comparant les courbes des figures (3) et (4), déduire:

0,25

2.1. L'influence de la résistance sur les oscillations électriques.

0,25

2.2. L'influence de l'inductance de la bobine sur les oscillations électriques.

0,5

3. Calculer la valeur de L_2 .

On suppose que la pseudo-période T est égale à la période propre des oscillations libres du circuit (LC).

On prend ($\pi^2 = 10$).

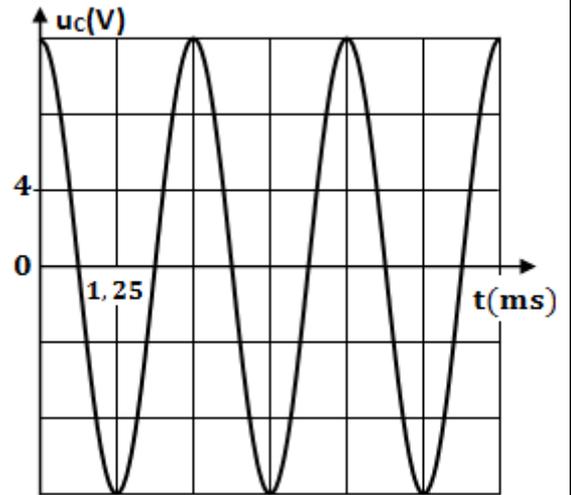


Figure 3

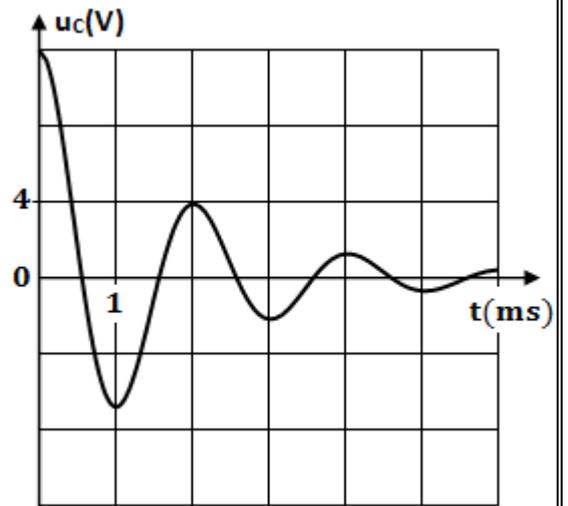


Figure 4

				l'équation de la réaction d'un acide avec l'eau.
1.5.	Acide benzoïque ; Justification		2x0,25	<ul style="list-style-type: none"> Indiquer l'espèce prédominante connaissant le pH d'une solution aqueuse et le pK_A du couple acide/base .
1.6.	$\tau_2 > \tau_1$: $HCOOH$ est plus dissocié que C_6H_5COOH		0,5	<ul style="list-style-type: none"> Savoir que, pour une transformation donnée, le taux d'avancement final dépend de la constante d'équilibre et de l'état initial du système.
2.1.	$C_6H_5COOH_{(aq)} + HO_{(aq)}^- \rightarrow C_6H_5COO_{(aq)}^- + H_2O$		0,5	<ul style="list-style-type: none"> Ecrire l'équation de réaction de dosage (en utilisant une seule flèche).
2.2.	Méthode		0,5	<ul style="list-style-type: none"> Exploiter la courbe ou les résultats du dosage. Repérer et exploiter le point d'équivalence.
3.1.	$C_6H_5COOH_{(aq)} + HCOO_{(aq)}^- \rightleftharpoons C_6H_5COO_{(aq)}^- + HCOOH_{(aq)}$		0,5	<ul style="list-style-type: none"> Ecrire l'équation de la réaction associée à une transformation acido-basique et identifier dans cette équation les deux couples mis en jeu.
3.2.	Aboutir à : $K \approx 0,35$		0,75	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer la constante d'équilibre associée à l'équation d'une réaction acido-basique à l'aide des constantes d'acidité des couples en présence.

Physique (13 points)

Exercice	Question	Eléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 1 (4,5 points)	1.	Dispositif (1) : transversale Dispositif (2) : longitudinale	2x0,25	<ul style="list-style-type: none"> Définir une onde transversale et une onde longitudinale.
	2.1.	Document (b)	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Reconnaître une onde progressive périodique et sa période.
	2.2.	$N_1 = 10 \text{ Hz}$	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Définir une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.
	2.3.	Aboutir à : $v_1 = 1 \text{ m.s}^{-1}$	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Connaître et exploiter la relation $\lambda = v.T$.
	2.4.	C	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Connaître la relation entre l'élongation d'un point du milieu de propagation et l'élongation de la source : $y_M(t) = y_S(t - \tau)$.
	3.1.	Diffraction ; $L < \lambda_1$	2x0,25	<ul style="list-style-type: none"> Connaître la condition d'obtention du phénomène de diffraction : dimension de l'ouverture inférieure ou égale à la longueur d'onde.
	3.2.	$\lambda_2 = 10 \text{ cm}$; $v_2 = 1 \text{ m.s}^{-1}$	2x0,25	<ul style="list-style-type: none"> Connaître les caractéristiques de l'onde diffractée.

4.1.	Non + justification	0,5	▪ Définir une onde mécanique et sa célérité.
4.2.	Parvenir à : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$	0,75	▪ Connaître et exploiter la relation $\lambda = v.T$.

Exercice	Question	Eléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 2 (3 points)	1.	Les nucléides ne sont pas des isotopes + Justification	0,25	▪ Reconnaître les isotopes d'un élément chimique.
	2.	Type β^- + Justification	0,5	▪ Reconnaître le type de radioactivité à partir de l'équation d'une réaction nucléaire.
	3.	${}_{82}^{208}Pb$	0,25	▪ Exploiter le diagramme (N,Z).
	4.	Aboutir à : $E_{libérée} = \Delta E \approx 6,21 \text{ MeV}$	0,5	▪ Calculer l'énergie libérée (produite) par une réaction nucléaire : $E_{libérée} = \Delta E $. ▪ Utiliser les différentes unités de masse et d'énergie et les relations entre ces unités.
	5.1.	$N = 2,3916.10^{20}$	0,5	▪ Connaître et exploiter la loi de décroissance radioactive et exploiter sa courbe correspondante. ▪ Savoir que 1 Bq représente une désintégration par seconde.
	5.2.	Aboutir à : $t_{1/2} = 60,5 \text{ min}$	0,5	▪ Connaître et exploiter la loi de décroissance radioactive et exploiter sa courbe correspondante.
	5.3.	Non ; Justification	2x0,25	▪ Déterminer le radioélément convenable pour dater un événement donné.

Exercice	Question	Eléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence	
Exercice 3 (5,5 points)	Partie 1	1.1.	Méthode	0,5	▪ Connaître les relations charge-intensité et charge-tension pour un condensateur en convention récepteur. ▪ Connaître et exploiter la relation : $q = C. u$.
		1.2.	Aboutir à : $\mathcal{E}_e = 5,76.10^{-4} \text{ J}$	0,5	▪ Connaître et exploiter l'expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur.
		2.1.	Équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$	0,5	▪ Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension et vérifier sa solution.

Partie 2	2.2.	Régime périodique	0,25	▪ Reconnaître les régimes : périodique, pseudo-périodique et apériodique.
	2.3.1	$U_{C_{\max}} = 12 V$	0,25	▪ Savoir exploiter un document expérimental pour: <ul style="list-style-type: none">- identifier les tensions observées ;- reconnaître les régimes d'amortissement ;- montrer l'influence de R et de L ou C sur le phénomène d'oscillations ;- déterminer une pseudo-période et une période propre.
		$T_0 = 2,5.10^{-3} s$	0,25	
		$\varphi = 0$	0,25	
	2.3.2.	$Q_0 = 9,6.10^{-5} C$	0,5	▪ Connaître et exploiter la relation : $q = C . u$.
	2.3.3.	$L_1 = 19,5 mH$	0,5	▪ Connaître et exploiter l'expression de la période propre, la signification de chacun des termes et son unité.
	2.4.	Aboutir à : $\mathcal{E}_e = 5,76.10^{-4} J$; $\mathcal{E}_m = 0$	0,75	▪ Connaître et exploiter l'expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur. ▪ Connaître et exploiter l'expression de l'énergie emmagasinée dans une bobine.
	1.	Explication de point de vue énergétique	0,25	▪ Reconnaître les régimes périodique, pseudo-périodique et apériodique. ▪ Savoir que l'amortissement est dû à la dissipation, par effet Joule, de l'énergie totale dans le circuit.
	2.1.	Influence de la résistance sur les oscillations	0,25	▪ Savoir exploiter un document expérimental pour: <ul style="list-style-type: none">- identifier les tensions observées ;- reconnaître les régimes d'amortissement ;- montrer l'influence de R et de L ou C sur le phénomène d'oscillations ;- déterminer une pseudo-période et une période propre.
	2.2.	Influence de l'inductance sur les oscillations	0,25	
3.	Aboutir à : $L_2 = 12,5 mH$	0,5	▪ Connaître et exploiter l'expression de la période propre, la signification de chacun des termes et son unité.	