Exercice I	Les ondes sonores	5 points

question	Corrigé
1.1.	Une onde sonore est une onde longitudinale car la direction de la perturbation (compressions et dilatations du milieu) est parallèle à la direction de propagation de l'onde
1.2.	$v = \frac{d}{t}$; t correspond au retard entre le son reçu par M_1 et M_2, soit $t = 8 \times 500.10^{-6} = 4000.10^{-6}$ s, $v = \frac{0,136}{4000.10^{-6}} = 34\ m.s^{-1}$ *Remarque : pb d'énoncé, on doit trouver $v = 340\ m.s^{-1}$ si vitesse de balayage = 50 μs/div et non pas 500 μs/div*
1.3.	La célérité des ondes sonores est plus grande dans l'eau que dans l'air. Plus le milieu de propagation est rigide et plus la célérité des ondes sonores est grande.
1.4.	Les ondes sonores ont besoin d'un milieu matériel pour se propager.
1.5.	1.5.1 Il leur manque le temps mis par le son pour parcourir les 13 km. 1.5.2. $t = \frac{d}{v} = \frac{13.10^3}{1500} = 8,7s$ 1.5.3 L'éclair émis en même temps que le son se voit mieux la nuit que le jour et indique à l'expérimentateur le moment où il doit déclencher le chronomètre.
2.1.	$T = 5 \times 20.10^{-6} = 100.10^{-6}$ s $F = \frac{1}{T} = \frac{1}{100.10^{-6}} = 10.10^3 Hz = 10kHz$
2.2.	2.2.1. Lorsque l'on éloigne le microphone M_2, le retard par rapport au microphone M_1 augmente, d'où le déplacement sur la courbe. 2.2.2. Lorsqu'on éloigne le microphone M_2 du microphone M_1 , il y a aussi une diminution de l'amplitude due à l'amortissement de la vibration.
2.3.	2.3.1. En mesurant la distance pour 10 coïncidences, on améliore la précision sur la valeur de la longueur d'onde 2.3.2. $\lambda = \frac{d}{10} = \frac{34,0}{10} = 3,4cm$ 2.3.3. $v = \lambda \times F = 3,4.10^{-2} \times 10.10^3 = 340 m.s^{-1}$ 2.3.4. Si on éloigne les deux microphones de 1,7 cm soit $\frac{\lambda}{2}$ les deux courbes seront en opposition de phase sur l'écran de l'oscilloscope.
2.4.	2.4.1. Un milieu non dispersif est un milieu où la célérité des ondes ne varie pas en fonction de leur fréquence. 2.4.2. $\lambda = \frac{v}{F}$; V est constant, si F diminue alors la longueur d'onde λ augmente. 2.4.3 Pour F= 20 Hz $\lambda = \frac{v}{F} = \frac{340}{20} = 17m$. La longueur d'onde est trop grande pour pouvoir réaliser cette expérience. L'amortissement de la vibration serait bien trop important au bout de 17 m pour espérer recevoir un signal sur le microphone M_2.

Exercice II	La physique au service de la médecine du cœur	8 points

question	Corrigé
1.1.1.	Le numéro atomique Z = 81 indique que le noyau de thallium contient 81 protons. Le nombre de masse est A = 201, il correspond au nombre de nucléons. On en déduite le nombre de neutrons : (A – Z) = 201 – 81 = 120.
1.1.2.	Au cours d'une réaction nucléaire de la forme « ${}^{A}_{z}X \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^{a}_{z}p$ »., les lois de Soddy doivent être vérifiées : - le nombre de nucléons doit être conservé, soit A = A' + a - et le nombre de charges doit être conservé, soit Z = Z' + z. Une émission de type β^+ correspond à l'émission d'un positon ${}^{0}_{1}e$. Ainsi, le thalilium 201 est obtenu lors de la désintégration de type β^+ du plomb selon la réaction : ${}^{201}_{82}Pb \rightarrow {}^{201}_{81}Tl + {}^{0}_{1}e$ (201 = 201 + 0 pour le nb de nucléons, et 82 = 81 + 1 pour le nb de charges)
1.1.3.	Réaction de capture électronique : ${}^{201}_{81}Tl + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{201}_{80}Hg$
1.1.4.	Cette réaction s'accompagne d'un dégagement d'énergie : $\Delta E = \Delta m\ c^2$ avec Δm = m(Hg) – [m(e-) + m(Tl)] = 200,970032 – (0,00055 + 200,970819)= - $1,337.10^{-3}$ u

	On en déduit $\Delta E = -1{,}337.10^{-3} \times 931{,}5 = \mathbf{-1{,}2454\ MeV}$.
1.2.1.	L'activité d'une source radioactive est égale au nombre de désintégration radioactive que subit cette source par seconde. Elle s'exprime en Bq qui correspond à une désintégration par seconde.
1.2.2.	La demi-vie $t_{½}$ est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents (à t = 0) se sont désintégrés. A cette date, il reste alors $\frac{N_0}{2}$ noyaux radioactifs soit : $\mathbf{N(t_{½}) = \frac{N_0}{2}}$. Connaissant la loi de décroissance radioactive $N(t) = N_o \exp(-\lambda t)$, on a : $\mathbf{N(t_{½}) = \frac{N_0}{2} = N_0.\exp(-\lambda t_{½})}$ $\Leftrightarrow \frac{1}{2} = \exp(-\lambda t_{½}) \Leftrightarrow 2 = \exp(\lambda t_{½}) \Leftrightarrow \ln 2 = \lambda t_{½} \Leftrightarrow \mathbf{t_{½} = \frac{\ln 2}{\lambda}}$.
1.2.3	La constante radioactive est $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{½}} = \frac{\ln 2}{73 \times 3600} = 2{,}64.10^{-6}\ s^{-1}$
1.2.4	Le volume de solution injecté est $V = \frac{78.10^6}{3{,}9.10^7} = 2{,}0$ mL Le nombre initial N_0 de noyaux de Thallium est lié à l'activité initiale A_0 par la relation : $A_0 = \lambda N_0$ On en déduit $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{78.10^6}{2{,}64.10^{-6}} = 2{,}95.10^{13}$ noyaux
1.2.5.	L'activité au bout de t = 30 jours = 30 x 24 x 3600 = $2{,}592.10^6$ s, sera : $A(t) = A_0 \exp(-\lambda t) = 78.10^6 \exp(-2{,}64.10^{-6} \times 2{,}592.10^6) = 8{,}4.10^4$ Bq
2.1.1.	Le condensateur est branché en parallèle sur le générateur : $u_{AB} = E$ (le condensateur se charge instantanément)
2.1.2.	Le condensateur est branché en parallèle avec le conducteur ohmique : il se décharge et la tension u_{AB} à ses bornes diminue progressivement.
2.2.1.	$q = C\, u_{AB}$ $\quad\quad i = \frac{dq}{dt}$
2.2.2.	En appliquant la loi d'additivité des tensions, on peut écrire : $u_{AB} + u_{DF} = 0$ Avec $u_{DF} = Ri = R\frac{dq}{dt}$ et $u_{AB} = \frac{q}{C}$ On obtient : $\frac{q}{C} + R\frac{dq}{dt} = 0 \Leftrightarrow \frac{q}{RC} + \frac{dq}{dt} = 0 \Leftrightarrow \frac{dq}{dt} = -\frac{q}{RC} \Leftrightarrow \frac{dq}{dt} = -\alpha q$ si on pose $\alpha = \frac{1}{RC}$ Sachant que RC est homogène à un temps (constante de temps du dipôle RC), on en déduit que α s'exprime en s^{-1}.
2.2.3.	Si la solution de l'équation différentielle est de la forme $q(t) = Q_0 \exp(-\alpha t)$, alors sa dérivée s'écrit : $\frac{dq}{dt} = -\alpha Q_0 \exp(-\alpha t)$, on retrouve donc $\frac{dq}{dt} = -\alpha q$ et l'équation différentielle est bien vérifiée. Pour déterminer la valeur de Q_0, on utilise la condition initiale : à t = 0, $q(0) = Q_0$ et le condensateur est initialement chargé donc $u_{AB0} = E = \frac{Q_0}{C} \Leftrightarrow Q_0 = CE = 470.10^{-9} \times 6 = 2{,}82.10^{-6}$ C.
2.2.4.	L'intensité i dans le circuit est à chaque instant égale à $\frac{dq}{dt}$. On peut donc écrire que $i(t) = -\alpha Q_0 \exp(-\alpha t) = \frac{Q_0}{RC} \exp(-\alpha t) = -\frac{CE}{RC} \exp(-\alpha t)$ $i(t) = -\frac{E}{R} \exp(-\alpha t)$
2.3.1.	Sur le graphique, on cherche l'abscisse t_1 du point d'ordonnée $u_{AB1} = \frac{36{,}8}{100} \times 6 = 2{,}21$ V, on trouve ainsi $\mathbf{t_1 = 0{,}8\ s}$.
2.3.2.	Sur le graphe représentant la fonction $u_{AB}(t)$, on peut trouver la valeur de la constante de temps du dipôle RC de 2 façons : - on trace la tangente à la courbe $u_{AB}(t)$ à la date t = 0 ainsi que l'asymptote horizontale ; ces 2 droites se coupent en un point dont l'abscisse est τ - ou on cherche l'abscisse τ du point d'ordonnée $u_{AB} = 0{,}37\ E = 0{,}37 \times 6 = 2{,}2$ V Graphiquement, on trouve $\tau = 0{,}8$ s (= t_1 !) $\quad$ On en déduit que $R = \frac{\tau}{C} = \frac{0{,}8}{470.10^{-9}} = 1{,}7.10^6\ \Omega$.
2.3.3.	Le nombre de contractions du cœur par minute (= 60 s) est : $\frac{60}{0{,}8} = 75$ battements par min
2.3.4.	L'énergie libérée par le condensateur est : $\mathcal{E}el = \frac{1}{2} C\, u_{AB1}^2 = \frac{1}{2}\, 470.10^{-9} \times (2{,}21)^2 = 1{,}15.10^{-6}\ J = 1{,}15\ \mu J$

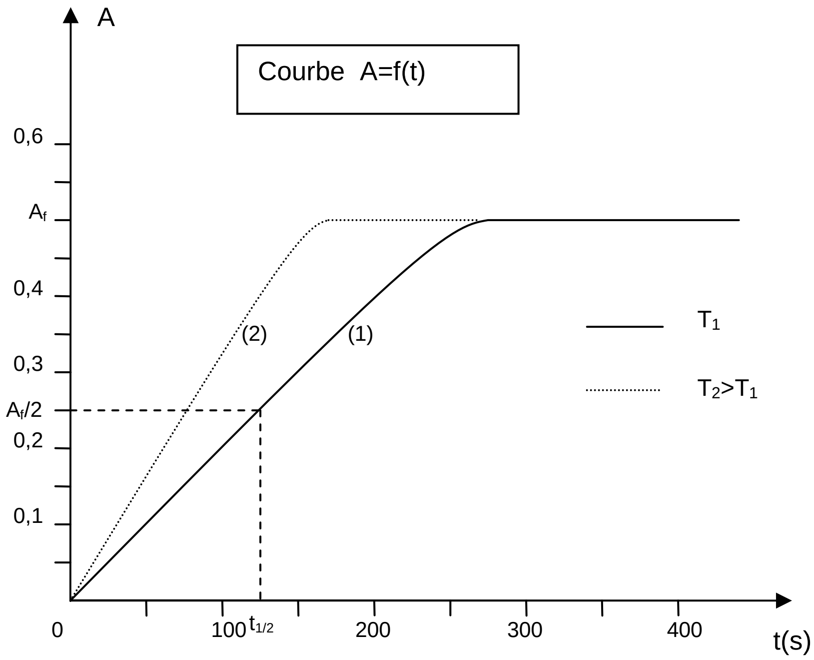
Exercice III **Cinétique d’une réaction d’oxydation** **7 points**

question	Corrigé
1.1.	Une réaction d’oxydoréduction est une réaction chimique mettant en jeu un transfert d’électrons entre deux couples oxydant /réducteur.
1.2.	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \ = \ 2H_2O$
1.3.	Le couple s’écrit $H_2O_{2(aq)}/H_2O_{(l)}$
2.	L’intervalle de choix pour suivre l’apparition du produit P se situe entre 350 et 400 nm. En effet, le suivi spectroscopique doit être spécifique à une espèce chimique or le produit P est la seule espèce capable d’absorber la lumière de manière significative sur cet intervalle.
3.1.1.	La conservation de la matière permet d’écrire : $C_{com}V=C_2V_2$ Le volume à prélever V est donc : $V = \dfrac{C_2V_2}{C_{com}}$. Soit $V = 5{,}0$ mL
3.1.2.	On prélève 5,0 mL de solution commerciale avec une pipette jaugée de 5,0 mL. On introduit le prélèvement dans une fiole jaugée de 100,0 mL que l’on complète ensuite avec de l’eau distillée jusqu’au trait de jauge. Enfin, on secoue énergiquement la fiole afin d’homogénéiser la solution.
3.2.1.	A une longueur d’onde et pour une espèce en solution données, l’absorbance A est proportionnelle à la concentration C de l’espèce en solution. A = k.C Ainsi : $k = \dfrac{A_0}{C_0}$ soit $k = 15\ L.mol^{-1}$

3.2.2.

Équation chimique		$2GH_{(aq)} + H_2O_{2(aq)} = P_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$.			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	C_1V_1	C_2V_2	0	Excès
État en cours de transformation	x	C_1V_1 - 2x	C_2V_2 - x	x	Excès
État final	x_{max}	C_1V_1 - 2 x_{max}	C_2V_2 - x_{max}	x_{max}	Excès

3.2.3.	$k_{GH} = \dfrac{C_1V_1}{2} = 1{,}0.10^{-2}$ et $k_{H2O2} = \dfrac{C_2V_2}{1} = 5{,}0.10^{-2}$ $K_{GH}<k_{H2O2}$ Le gaiacol est le réactif limitant soit $C_1V_1 - 2x_{max}=0 \Leftrightarrow x_{max} = \dfrac{C_1V_1}{2} = 1{,}0.10^{-2}$mol
3.2.4.	$[P](t) = \dfrac{n_P(t)}{V}$, or d'après le tableau d'avancement $n_{(P)}= x(t)$ soit $x(t) = [P](t)\times V$
3.2.5.	$A(t) = k.[P](t)$ soit en remplaçant : $A(t) = k.\dfrac{x(t)}{V}$
3.2.6.	$A_{max} = k.\dfrac{x_{max}}{V}$ Soit $A_{max}=0{,}50$
4.1.	Par définition $v(t) = \dfrac{1}{V}\dfrac{dx(t)}{dt}$ et d’après la question précédente $x(t) = \dfrac{V.A(t)}{K}$ Ainsi $v(t) = \dfrac{1}{V}\dfrac{d(\frac{V.A(t)}{k})}{dt} = \dfrac{1}{k}\dfrac{dA(t)}{dt}$
4.2.	La vitesse correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe A = f(t) à un coefficient k près. Or ce coefficient directeur reste constant au cours du temps entre 0 et 275s.La vitesse v est donc constante sur cet intervalle.
4.3.	La réaction s’arrête lorsque la vitesse devient nulle c'est-à-dire lorsque la tangente à la courbe est horizontale. Ceci se produit à la date t = 275 s.
4.4.	Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l’avancement x est égal à la moitié de l’avancement final. D’après cette définition $A(t_{1/2}) = \dfrac{A_{final}(t)}{2}$ (A(t) proportionnelle à x(t)) Graphiquement : $t_{1/2}$ = 125 s
4.5.1.	Voir graphique
4.5.2.	La température est un facteur cinétique. Si elle augmente, alors la vitesse volumique de réaction augmente. L’avancement final est atteint plus rapidement, donc $t_{1/2}$ est plus faible.



Exercice I **Vibrations d'une corde en acier** **5 points**

question	Corrigé
1.1.1.	Ondes stationnaires
1.1.2.	Ondes transversales, car la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation
1.1.3.	Mode harmonique de rang 4
1.1.4.	La distance entre 2 noeuds (ou 2 ventres) est $\frac{\lambda}{2}$
1.1.5.	$4\frac{\lambda_4}{2} = L_1$ d'où $\lambda_4 = \frac{L_1}{2} = 35$cm
1.1.6.	$v = \lambda_4 .f = 0,35 \times 528 = 184,8$ m.s^{-1}
1.2.1.	Mode fondamental
1.2.2.	$\lambda_1 = 2\ L_1 = 1,40$ m
1.2.3.	$\frac{\lambda_1}{\lambda_4} = \frac{1,40}{0,35} = 4$ or $v = \lambda_4 .f = \lambda_1 .f'$ d'où $\frac{\lambda_1}{\lambda_4} = \frac{f}{f'} = 4$ d'où f ' = f / 4= 132 Hz
1.2.4.	v indépendante de la fréquence : le milieu est non dispersif
1.2.5.	$\mu = \rho V / L$ avec $V = S*L = \pi(d/2)^2 *L$ soit $\mu=\rho*\pi(d/2)^2 = 7,9.10^3 * \pi(10^{-3}/2)^2 = 6,2.10^{-3}$ kg.m^{-1}= 6,2.g.m^{-1}
1.2.6.	$T = v^2 * \mu = 212$N
1.3.1.	4T = 36 ms soit F = 1 / T = 114 Hz
1.3.2.	$\lambda_1 = 2L$ inchangée
1.3.3.	$v' = \lambda_1 .F = 155,4$ m.s^{-1}
2.1.1.	une octave
2.1.2.	$f = n\frac{v}{2L}$ donc si f est multipliée par 2 , la longueur de la corde est divisée par 2. Soit $L_2 = 35$ cm
2.2.1.	$L_3 = (2/3)\ L_1 = 46,7$cm
2.2.2.	$L_4 = (2/3)^2\ L_1 = 31,1$cm
2.2.3	La fréquence f_4= (9/4) f = est trop grande (> f(La_4)) on la divise par 2 et donc on obtient $L_5 = 2\ L_4 = 62,2$ cm