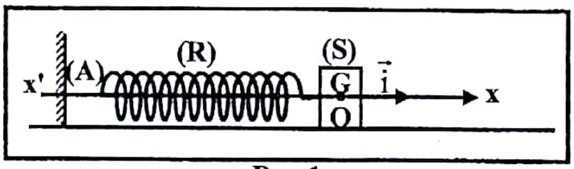
Cette épreuve est formée de quatre exercices répartis sur quatre pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est recommandé.

Exercice 1 (8 points) Oscillations mécaniques

Le but de cet exercice est d'étudier les oscillations d'un pendule élastique horizontal. Le pendule comporte :

- un solide (S) de masse m ;
- un ressort horizontal (R) de masse négligeable à spires non jointives et de constante de raideur $k = 160$ N/m.



Doc.1

On fixe le ressort (R) par son extrémité (A) à un support et l'autre extrémité est reliée à (S).

(S) peut glisser sur un rail horizonal et son centre d'inertie (G) peut se déplacer sur un axe horizontal x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$.

À l'équilibre, (G) coïncide avec l'origine O de l'axe x'x (Doc. 1).

Le plan horizontal contenant (G) est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

Prendre: $\pi^2=10$.

1- Oscillations libres non amorties

À l'instant $t_0 = 0$, on écarte (S) vers la gauche d'un déplacement $x_0 = -2\sqrt{2}$ cm, puis on le lance avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0} = v_0\,\vec{i}$, avec $v_0 < 0$. (S) oscille sans frottement avec une amplitude $X_m = 4$ cm et une période propre $T_0 = 0{,}35$ s.

À un instant t, l'abscisse de (G) est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = \dfrac{dx}{dt}$.

1-1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre].

1-2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de (G).

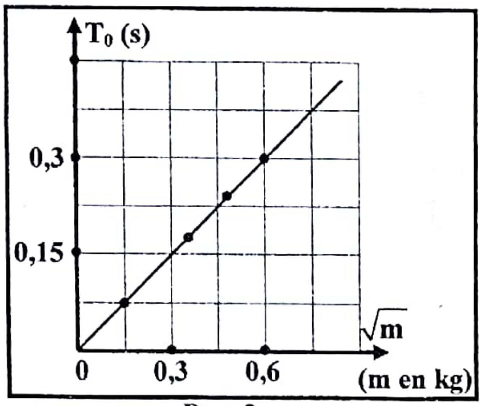
1-3) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $x = X_m \cos\left(\dfrac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$, où φ est une constante.

- **1-3-1)** Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de m et k.
- **1-3-2)** Déduire la valeur de m.
- **1-3-3)** Déterminer la valeur de φ.

1-4) En utilisant le principe de conservation de l'énergie mécanique, montrer que $\left(\dfrac{T_0}{2\pi}\right)^2 v_0^2 = X_m^2 - x_0^2$.

1-5) Déduire la valeur de v_0.

1-6) Afin de vérifier la valeur de la constante de raideur k, on répète l'expérience précédente en accrochant, successivement, au ressort des solides de masses différentes. On mesure, pour chaque masse, la valeur correspondante de la période propre. Un système approprié permet de tracer la courbe de T_0 en fonction de $\sqrt{m}$ (Doc. 2).



Doc. 2

- **1-6-1)** Déterminer, en utilisant le document 2, l'expression de T_0 en fonction de $\sqrt{m}$.
- **1-6-2)** Déduire la valeur de k.

2- Oscillations forcées

Les forces de frottement ne sont plus négligeables. L'extrémité (A) du ressort est reliée maintenant à un vibreur de fréquence réglable « f » vibrant dans la même direction du ressort. On remarque que l'amplitude des oscillations de (S) varie avec « f »; l'amplitude atteint sa valeur maximale pour une fréquence $f_1 = 2,86$ Hz.

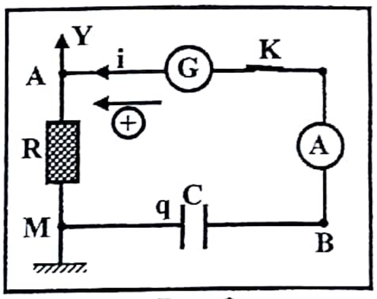
2-1) Nommer l'excitateur et le résonateur.

2-2) Nommer le phénomène physique qui a lieu pour $f = f_1$.

2-3) Déduire de nouveau la valeur de k.

Exercice 2 (8 points) Détermination de la capacité d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes différentes, la capacité C d'un condensateur. Dans ce but on dispose : d'un condensateur de capacité C initialement non chargé, d'un conducteur ohmique de résistance R, d'un interrupteur K, d'un ampèremètre (A) de résistance négligeable et d'un générateur (G).



Doc. 3

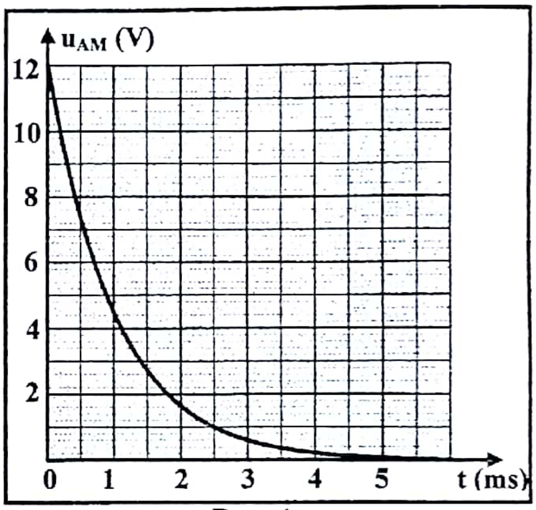
1- Première expérience

(G) délivre une tension constante $u_{AB} = E = 12$ V.

On branche en série le condensateur, le conducteur ohmique et l'ampèremètre (A) aux bornes de (G) (Doc. 3).

À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K, le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité i et l'ampèremètre indique une valeur $I_0 = 0,012$ A.

Un oscilloscope est utilisé pour visualiser l'évolution au cours du temps de la tension u_{AM} aux bornes du conducteur ohmique (Doc. 4).



Doc. 4

1-1) Établir l'équation différentielle qui régit les variations de la tension $u_c = u_{MB}$.

1-2) Déduire que l'équation différentielle en i est : $i + RC\dfrac{di}{dt} = 0$.

1-3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$i = I_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$, avec I_0 et τ sont des constantes.

Montrer que $I_0 = \dfrac{E}{R}$ et $\tau = RC$.

1-4) En utilisant le document 4 :

1-4-1) montrer que la valeur de R est 1 kΩ ;

1-4-2) déterminer la valeur de τ ;

1-4-3) déduire la valeur de C.

2- Deuxième expérience

(G) délivre entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale.

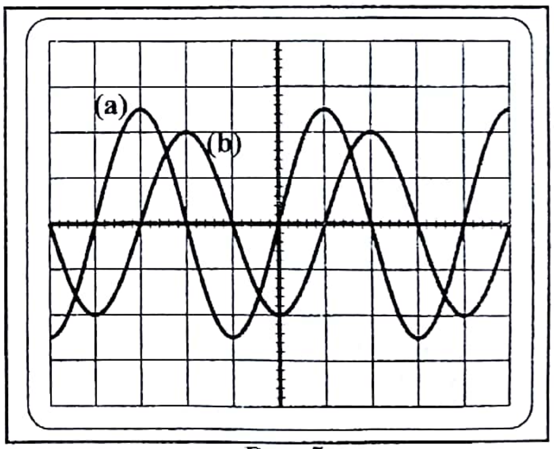
Un oscilloscope branché dans le circuit permet de visualiser, sur la voie (Y_1) la tension u_{AM} et sur la voie (Y_2) la tension u_{MB}, le bouton « INV » de la voie (Y_2) étant enfoncé.

Le document 5 montre les courbes des tensions u_{AM} et u_{MB}.

On donne : $\pi = 3,125$.

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- sensibilité horizontale : 2,5 ms/div ;
- sensibilité verticale : 5 V/div pour la voie (Y_1) ;
  10 V/div pour la voie (Y_2).



Doc. 5

2-1) L'oscillogramme (b) représente la tension u_{MB}. Pourquoi ?

2-2) Calculer la période de la tension délivrée par (G) et en déduire sa pulsation ω.

2-3) Calculer les valeurs maximales des tensions u_{AM} et u_{MB}.

2-4) Calculer le déphasage φ entre la tension u_{MB} et l'intensité du courant i.

2-5) Sachant que l'intensité i du courant a pour expression : $i = I_m \cos(\omega t)$.

2-5-1) Déterminer les expressions de u_{AM} et u_{MB} en fonction du temps t ;

2-5-2) Calculer la valeur de I_m.

2-6) Déduire la valeur de C.

Exercice 3 (7 points) **Détermination de l'âge d'un liquide**

Le tritium ${}_{1}^{3}H$ est un isotope radioactif de l'hydrogène. Le tritium est produit dans la haute atmosphère par les rayonnements cosmiques et amené sur Terre par la pluie. Le tritium peut être utilisé pour déterminer l'âge des liquides contenant cet isotope d'hydrogène.

Dans cet exercice, on compte déterminer l'âge d'un liquide contenu dans une ancienne bouteille en utilisant l'activité du tritium.

1- Décroissance radioactive du tritium

Le tritium est un émetteur beta-moins (β^-). Il se désintègre pour donner un des isotopes de l'hélium sans émission de rayonnement gamma.

1-1) Compléter l'équation de la décroissance du tritium et déterminer A et Z.

$${}_{1}^{3}H \rightarrow {}_{Z}^{A}He + \ldots$$

1-2) Le noyau d'hélium est produit à l'état fondamental. Pourquoi ?

1-3) Une particule X accompagne la désintégration ci-dessus afin de satisfaire à une certaine loi. Nommer cette particule et cette loi.

2- Détermination de la période radioactive du tritium

On considère un échantillon de l'isotope radioactif du tritium ${}_{1}^{3}H$.

À un instant $t_0 = 0$, le nombre des noyaux présents dans cet échantillon est N_0.

L'activité A de l'échantillon radioactif représente le nombre de désintégrations par unité de temps.

L'activité à un instant t est donnée par l'expression suivante : $A = -\dfrac{dN}{dt}$, où N est le nombre des noyaux restants (non désintégrés) à l'instant t.

2-1) Montrer que l'équation différentielle du premier ordre qui décrit les variations de N est :

$\dfrac{dN}{dt} + \lambda N = 0$, avec λ est la constante de décroissance radioactive de l'isotope radioactif.

2-2) Vérifier que $N = N_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$ est une solution de l'équation différentielle ci-dessus, où $\tau = \dfrac{1}{\lambda}$.

2-3) Déduire que l'expression de l'activité est donnée par :

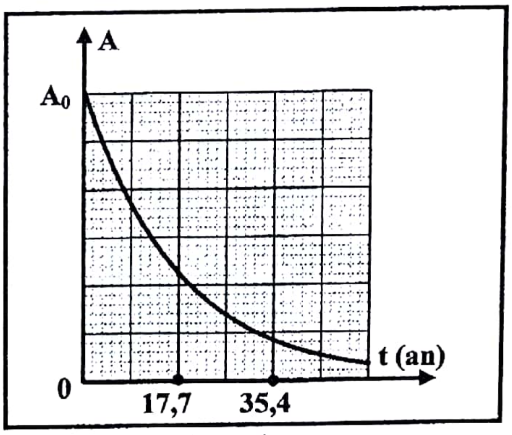
$A = A_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$, où A_0 est l'activité initiale de l'échantillon.

2-4) Calculer A en fonction de A_0 lorsque $t = \tau$.

2-5) Le document 6 représente l'activité d'un échantillon de tritium en fonction du temps.

2-5-1) Montrer que $\tau = 17{,}7$ ans.

2-5-2) Déduire la période radioactive du tritium.



Doc. 6

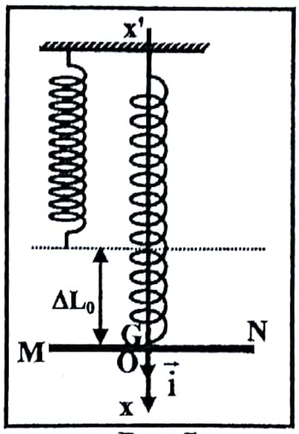
3- Détermination de l'âge d'un liquide

Une ancienne bouteille contient un certain liquide, elle est juste ouverte (en 2018). On a trouvé que l'activité du tritium dans ce liquide est 10,4 % de l'activité initiale du même liquide fraîchement préparé. Déterminer l'année de production du liquide dans l'ancienne bouteille.

Exercice 4 (7 points) **Induction électromagnétique**

Le but de cet exercice est de déterminer la valeur B d'un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B}$.

On considère un ressort de constante de raideur k et de masse négligeable, relié par son extrémité supérieure à un support fixe. Son extrémité inférieure est reliée à une tige en cuivre MN de masse m et de longueur ℓ. À l'équilibre, l'allongement du ressort est ΔL_0 et le centre de masse G de la tige coïncide avec l'origine O d'un axe vertical x'Ox de vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc.7).



Doc. 7

1- Tige en équilibre

1-1) Nommer les forces extérieures agissant sur la tige dans sa position d'équilibre.

1-2) Déterminer la relation entre m, g, k et ΔL_0.

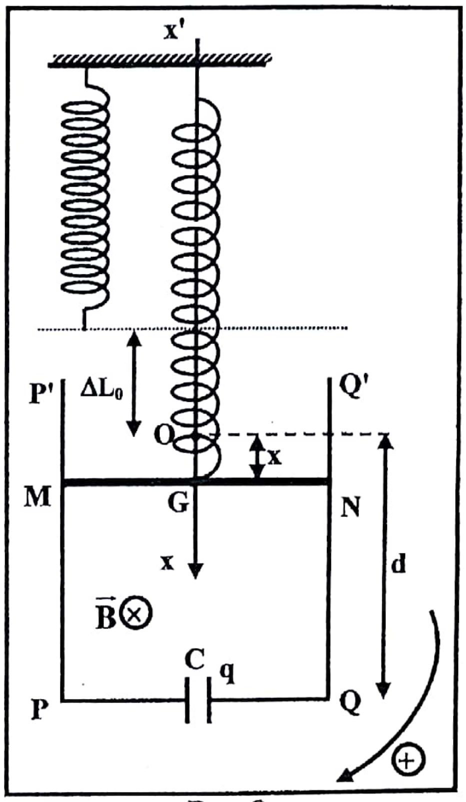
2- Induction électromagnétique

La tige MN peut glisser sans frottement le long de deux rails métalliques verticaux (PP') et (QQ'). Au cours de ce glissement, la tige reste perpendiculaire aux deux rails. Ces deux rails sont séparés d'une distance ℓ ; un condensateur, initialement non chargé, de capacité C est relié entre P et Q. La tige et les deux rails sont supposés de résistance négligeable. L'ensemble est placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme, horizontal et perpendiculaire au plan des rails.

À la position d'équilibre G se trouve à une distance d de (PQ).

On tire la tige, à partir de sa position d'équilibre, verticalement vers le bas d'une distance X_m, puis on la lâche sans vitesse initiale, G oscille alors autour de sa position d'équilibre O.

À un instant t, G est défini par son abscisse $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$ (Doc. 8).



Doc. 8

2-1) En respectant le sens positif indiqué sur le document 8, montrer que l'expression du flux magnétique à travers la surface MNQP est donnée par $\phi = B\ell d - B\ell x$.

2-2) Déduire l'expression de la force électromotrice induite « e » dans la tige en fonction de B, ℓ et v.

2-3) Sachant que $u_{QP} = u_C = e$, montrer que l'expression de l'intensité du courant électrique induit dans le circuit MNQP est : $i = C B \ell \frac{dv}{dt}$.

3- Oscillations libres

La tige est soumise à une force électromagnétique (force de Laplace) $\vec{F} = - B^2 \ell^2 C \frac{dv}{dt} \vec{i}$.

3-1) En appliquant la 2ème loi de Newton $\sum \vec{F}_{ext} = m.x''\vec{i}$, montrer que l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de la tige est donnée par :

$$x'' + \frac{k}{m + B^2\ell^2 C} x = 0.$$

3-2) Préciser la nature du mouvement de la tige.

3-3) Déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations de la tige.

3-4) La durée de 10 oscillations est $4{,}69\,s$. Déterminer la valeur de B, sachant que $m = 10$ g, $\ell = 10$ cm, $C = 8\,mF$ et $k = 1{,}8\,N/m$.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات الرسميّة	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع: علوم عامة مسابقة في مادة الفيزياء	دورة العام ٢٠١٨ الاستثنائيّة الإثنين في ٦ آب ٢٠١٨

أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (8 points) **Oscillations mécaniques**

Partie			Réponse	Notes
1	1.1		$Em = \frac{1}{2}kX_m^2 = \frac{1}{2}(160)(4\times10^{-2})^2 = 0{,}128J$	0,5
1	1.2		$Em = Ec + Ep_e = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$. Les forces de frottement sont négligeables, donc Em est conservée : $\frac{d(Em)}{dt} = 0 = mvv' + kxx'$, donc $x'(mx'' + kx) = 0$, par suite $x'' + \frac{k}{m}x = 0$	0,75
1	1.3	1.3.1	$x = X_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$; $x' = -X_m\frac{2\pi}{T_0}\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$; $x'' = -X_m(\frac{2\pi}{T_0})^2\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$; On remplace dans l'équation différentielle : $-X_m(\frac{2\pi}{T_0})^2\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)+\frac{k}{m}X_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)=0$; $(\frac{2\pi}{T_0})^2 = \frac{k}{m}$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	1
1	1.3	1.3.2	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, alors $m = \frac{T_0^2k}{4\pi^2}$, donc $m = 0.49\,kg = 490\,g$	0,75
1	1.3	1.3.3	$x_0 = x_m\cos\varphi$; $-2\sqrt{2} = 4\cos\varphi$; $\cos\varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2}$; donc $\varphi = \frac{3\pi}{4}$ ou $\varphi = -\frac{3\pi}{4}$ Mais $v_0 = -X_m\frac{2\pi}{T_0}\sin\varphi$; Puisque $v_0 < 0$ donc $\sin\varphi > 0$; Par suite $\varphi = 3\pi/4$ rad	1
1	1.4		$Em\|_{x_0} = Em\|_{x_m}$, donc $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}kX_m^2$, alors $mv_0^2 = k(X_m^2 - x_0^2)$ On remplace $m = \frac{kT_0^2}{4\pi^2}$ dans l'équation précédente on aura : $\left(\frac{T_0}{2\pi}\right)^2 v_0^2 = X_m^2 - x_0^2$	0,75
1	1.5		$v_0^2 = \frac{(X_m^2 - x_0^2)4\pi^2}{T_0^2}$, donc $v_0 = 0{,}511$ m/s	0,5
1	1.6	1.6.1	T_0 est proportionnelle à $\sqrt{m}$ donc $T_0 = \text{pente}\sqrt{m}$. $\text{Pente} = \frac{\Delta T_0}{\Delta\sqrt{m}} = \frac{0{,}3}{0{,}6} = 0{,}5\,s/\sqrt{kg}$, alors $T_0 = 0.5\times\sqrt{m}$ (S. I.)	1
1	1.6	1.6.2	$T_0 = \frac{2\pi}{\sqrt{k}}\sqrt{m}$, donc $\text{pente} = \frac{2\pi}{\sqrt{k}} = 0{,}5$, donc $k = \frac{4\pi^2}{0{,}25} = \frac{4\times10}{0{,}25} = 160\,N/m$	0,75
2	2.1		Excitateur : vibreur ; Résonateur : oscillateur	0,5
2	2.2	2.2.1	Résonance d'amplitude	0,25
2	2.2	2.2.2	À la résonance : $f_1 \approx f_0 = 2{,}86$ Hz, on remplace $T_0 = \frac{1}{2{,}86}$ dans $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, on aura $k \cong 160$ N/m	0,25

Exercice 2 (8 points) **Détermination de la capacité d'un condensateur**

Partie			Réponse	Notes
1	1.1		$u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$, donc $E = u_C + Ri$ et $i = dq/dt = C\, du_c/dt$ Alors : $E = u_C + RC\, du_c/dt$	0,5
	1.2		On dérive par rapport au temps l'équation obtenue, on aura : $0 = \frac{dUc}{dt} + RC\,\frac{d^2Uc}{dt^2}$ Mais $i = c\,\frac{dUc}{dt}$ et $\frac{di}{dt} = c\,\frac{d^2Uc}{dt^2}$ on obtient : $0 = \frac{i}{C} + R\frac{di}{dt}$, donc $0 = i + RC\,\frac{di}{dt}$	0,75
	1.3		$\frac{di}{dt} = -\frac{I_0}{\tau}\,e^{-t/\tau}$, en remplaçant dans l'équation différentielle : $0 = I_0\,e^{-t/\tau} + RC\,(\frac{-I0}{\tau})\,e^{-t/\tau}$, donc $0 = I_0\,(1 - \frac{RC}{\tau})\,e^{-t/\tau}$ $\forall t$ on aura $\tau = RC$ À $t = 0$: $i = I_0\,e^0 = I_0$ et À $t = 0$, $i = \frac{E}{R}$, donc $\frac{E}{R} = I_0$	1
	1.4	1.4.1	$I_o = \frac{E}{R}$, alors $R = \frac{12}{0{,}012} = 1000\Omega$	0,5
		1.4.2	A $t = \tau$: $u_R = 0{,}37E = 0{,}37\times 12 = 4{,}44$ V Graphique: $\tau = 1$ ms $= 10^{-3}$ s	0,5
		1.4.3	$C = \frac{\tau}{R} = \frac{10^{-3}}{10^3} = 10^{-6}$F $= 1\mu$F	0,5
2	2.1		Dans un circuit (R - C) série, l'intensité du courant i est en avance sur u_C Mais u_R est l'image du courant i, donc u_R est en avance de phase sur u_C. Puisque la courbe (a) est en avance de phase sur la courbe (b) donc la courbe (b) représente la tension u_C.	0,5
	2.2		$T = 4 \times 2{,}5 = 10$ ms $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10^{-2}} = 200\,\pi$ rd/s $= 625$ rd/s	0,75
	2.3		$(U_{AM})_m = 2{,}5 \times 5 = 12.5$ v $(U_{MB})_m = 2 \times 10 = 20$ V	0.5
	2.4		$\varphi = \frac{2\pi d}{D} = \frac{2\pi \times 1}{4} = \frac{\pi}{2}$ rd	0,5
	2.5	2.5.1	$u_R = u_{AM} = 12.5\cos(200\,\pi t)$ S.I. u_C est en retard de $\frac{\pi}{2}$ rd sur u_R, donc : $u_C = u_{MB} = 20\cos(200\,\pi t - \frac{\pi}{2})$ S.I.	0,5
		2.5.2	$I_m = \frac{(UAM)_m}{R} = \frac{12{,}5}{10^3} = 12{,}5 \times 10^{-3}$ A.	0,5
	2.6		$i = C\,\frac{du_C}{dt}$, donc $i = C \times 20 \times [-200\pi \sin(200\pi t - \frac{\pi}{2})]$ et $i = I_m \cos(\omega t)$ $I_m \cos(\omega t) = -\,C \times 4 \times 10^3\,\pi\,\sin(200\pi\,t - \frac{\pi}{2})$ $I_m \cos(\omega t) = C \times 4 \times 10^3\,\pi \cos(200\pi\,t)$, donc $I_m = C \times 4 \times 10^3\,\pi$ Donc : $12{,}5 \times 10^{-3} = C \times 4 \times 10^3 \times \pi$ Alors : $C = \frac{12{,}5 \times 10^{-3}}{4 \times 10^3 \times \pi} = \frac{12.5 \times 10^{-6}}{2 \times 6{,}25} = 10^{-6}$ F $= 1\,\mu$F	1

Exercice 3 (7 points) **Détermination de l'âge d'un liquide**

Partie			Réponse	Notes
1	1.1		$^{3}_{1}H \rightarrow {}^{A}_{Z}He + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\nu^{-}$ La loi de conservation de nombre de masse : $3 = A + 0$, donc $A = 3$ La loi de conservation de nombre de charge : $1 = z - 1$, donc $z = 2$	1
	1.2		Lorsque le noyau tritium se désintègre pour produire un isotope d'hélium sans accompagnement des radiations gamma, alors le noyau de l'hélium est produit à l'état fondamental.	0,5
	1.3		La particule est l'antineutrino, la loi est la loi de conservation de l'énergie totale (ou conservation de l'énergie)	0,5
2	2.1		$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$, donc $\frac{dN}{dt} + \lambda N = 0$	0,5
	2.2		$N = N_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$, mais $\frac{dN}{dt} = -\frac{N_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{N}{\tau}$. Le remplacement dans l'équation différentielle, donne: $-\frac{N}{\tau} + \lambda N = 0$ Mais $\tau = \frac{1}{\lambda}$, alors: $-\lambda N + \lambda N = 0$	0,75
	2.3		$A = \lambda N = \lambda N_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$, mais $A_0 = \lambda N_0$, par suite $A = A_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$	0,75
	2.4		$A = A_0\, e^{-\frac{\tau}{\tau}} = A_0\, e^{-1}$, par suite $A = 0{,}37\, A_0$	0,75
	2.5	2.5.1	à $t = \tau$, $A = 0{,}37\, A_0$. Graphiquement, puisque $A = 0{,}37\, A_0$; $t = \tau = 17{,}7$ ans.	0,5
		2.5.2	$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{\ell n\, 2}$, alors $T = \tau\ \ell n\, 2 = 17{,}7\ (\ell n 2)$, par suite T = 12,3 ans.	0,75
3			$A = A_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$, alors $0.104\, A_0 = A_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$, donc $\ell n\,(0{,}104) = -t/\tau$ $t = -\ell n\,(0{,}104)\,(17{,}7) \cong 40$ ans. Année de production = 2018 – 40 = 1978.	1

Exercice 4 (7 points) **Induction électromagnétique**

Partie		Réponse	Notes
1	1.1	Force de pesanteur $\vec{P} = m\vec{g}$ et la tension du ressort $\vec{T}$.	0,5
	1.2	La tige est en équilibre: $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$; $\vec{T} = -\vec{P} = -m\vec{g}$, alors $k\Delta L_0 = mg$	1
2	2.1	$\phi = BS\cos(\vec{n};\vec{B}) = B(d-x)\times \ell\cos 0 = Bd\ell - B\ell x$	0,75
	2.2	$e = -\dfrac{d\varphi}{dt} = B\ell v$	0,5
	2.3	$i = \dfrac{dq}{dt} = C\dfrac{du_C}{dt} = C\dfrac{de}{dt} = CB\ell\dfrac{dv}{dt}$	0,75
3	3.1	$\sum \vec{F} = \dfrac{d\vec{P}}{dt}$, $m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F} = m\vec{v}'$; Alors : $mg - k(\Delta L_0 + x) - B^2\ell^2C\dfrac{dv}{dt} = mx''$, $k\Delta L_0 = mg$ Donc : $x'' + \dfrac{k}{m + B^2\ell^2C}x = 0$.	1,25
	3.2	L'équation différentielle est de la forme $x'' + \omega_0^2 x = 0$ donc le mouvement est harmonique simple	0,5
	3.3	$\omega_0^2 = \dfrac{k}{m + B^2\ell^2C}$; La période propre $T_0 = \dfrac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m + B^2\ell^2C}{k}}$	0,75
	3.4	$T_0 = \dfrac{4{,}69}{10} = 0{,}469\ s$; $T_0^2 k = 4\pi^2(m + B^2\ell^2C)$ $B^2 = \dfrac{1}{\ell^2C}\left[\dfrac{T_0^2k}{4\pi^2} - m\right]$ En remplaçant chaque terme par sa valeur on aura : $B = 0{,}699\ T$ (si $\pi = 3{,}14$) $B = 0{,}6\ T$ (si on remplace la valeur exacte de π)	1