

Cette épreuve comporte trois exercices obligatoires. L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

### Exercice 1 (7 points) Influence de la fréquence sur l'intensité du courant

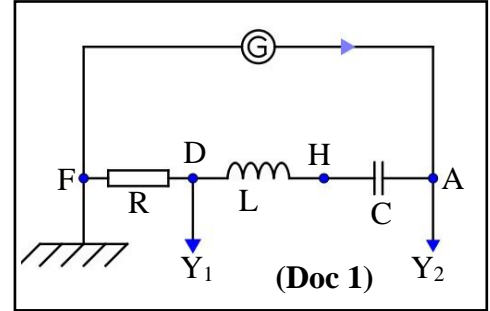
Le circuit, représenté par le document (Doc 1) ci-contre, comporte en série :

- un générateur (G) délivrant, à ses bornes, une tension alternative,  $u_{AF} = u_G = 8\sin(2\pi ft)$  (S.I.) ;
- un condensateur de capacité  $C = 0,265 \mu\text{F}$  ;
- une bobine d'inductance  $L = 31,833 \text{ mH}$  et de résistance négligeable ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$ .

Le circuit est alors parcouru par un courant alternatif d'intensité  $i$  où  $i = I_m \sin(2\pi ft + \varphi)$  (S.I.).

Le but de cet exercice est d'étudier l'effet de la fréquence  $f$  de  $u_G$  sur l'amplitude  $I_m$  de  $i$  et sur le déphasage  $\varphi$  entre  $i$  et  $u_G$ .

Un oscilloscope, branché comme l'indique le document (Doc 1), sert à visualiser les tensions  $u_G$  et  $u_R = u_{DF}$ . Dans toutes les expériences, la sensibilité verticale est la même pour les deux voies :  $S_v = 2 \text{ V/div}$ .



#### 1) 1<sup>re</sup> expérience

On règle la fréquence à la valeur  $f = f_1 = 1500 \text{ Hz}$ . On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes représentées par le document (Doc 2) ci-contre.

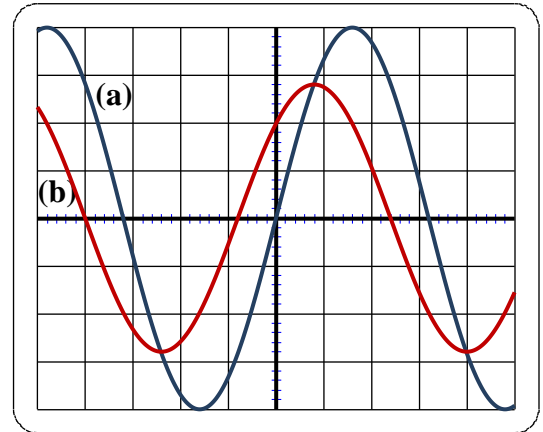
- 1-1) Identifier les oscillogrammes (a) et (b).
- 1-2) Déterminer le déphasage  $\varphi_1$  entre  $i$  et  $u_G$ .
- 1-3) Calculer l'amplitude  $I_{1m}$  de l'intensité  $i$  du courant.

#### 2) 2<sup>e</sup> expérience

On augmente la valeur de  $f$  et on lui donne la valeur  $f = f_0$ ,  $f_0$  étant la fréquence propre du dipôle (RLC).

On remarque que les deux oscillogrammes obtenus se superposent. Le circuit est alors le siège d'un certain phénomène.

- 2-1) Donner le nom du phénomène physique obtenu.
- 2-2) Donner alors la nouvelle valeur du déphasage  $\varphi_2$  entre  $i$  et  $u_G$ .
- 2-3) Déduire la valeur de  $f_0$  et la nouvelle valeur de l'amplitude  $I_{2m}$  de  $i$ .



(Doc 2)

#### 3) 3<sup>e</sup> expérience

3-1) On mesure  $I_m$  et  $\varphi$  pour trois autres valeurs de  $f$  ; les résultats sont enregistrés dans le tableau du (Doc 3) ci-contre. Compléter le tableau.

f (Hz)	1000	1500	$f_0 = ?$	2220	2500
$I_m$ (A)	0,02			0,04	0,03
$\varphi$ (rd)	-1,33			1,04	1,2

(Doc 3)

3-2) En se référant au tableau (Doc 3), tracer la courbe donnant les variations de  $I_m$  en fonction de  $f$ .

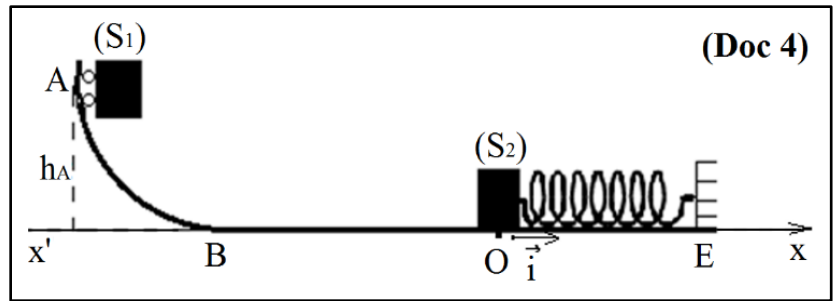
3-3) Conclure sur l'effet de  $f$  sur l'amplitude  $I_m$  de  $i$  et sur le signe du déphasage  $\varphi$  entre  $i$  et  $u_G$ .

## Exercice 2 (7 points)

## Énergies et choc

Une particule ( $S_1$ ), de masse  $m_1 = 200$  g, est abandonnée sans vitesse d'un point A, le long d'une glissière ABOE placée dans un plan vertical comme l'indique le document (Doc 4) ci-contre.

La partie AB, très glissante, le long de laquelle la force de frottement est alors négligeable, a la forme d'un arc de cercle de rayon  $h_A$  et la partie BO, rugueuse,



le long de laquelle la force de frottement  $\vec{f}$  est supposée constante, est rectiligne horizontale avec  $BO = 1$  m. La particule ( $S_1$ ) arrive au point B avec une vitesse de valeur  $v_{1B} = 4$  m/s, puis elle continue le long de BO et arrive au point O avec une vitesse de valeur  $v_{1O} = 2$  m/s.

En O, ( $S_1$ ) entre en choc frontal avec une particule ( $S_2$ ), de masse  $m_2 = 400$  g, initialement au repos et reliée à l'extrémité d'un ressort de constante de raideur  $k = 100$  N/m dont l'autre extrémité est fixée en E.

Prendre le plan horizontal contenant BO comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

Prendre :  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

1) Conservation et non conservation de l'énergie mécanique.

1-1) En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique du système [( $S_1$ ), Terre], déterminer  $h_A$ .

1-2) Déterminer le travail effectué par la force de frottement  $\vec{f}$  le long de BO.

1-3) Déduire l'intensité  $f$  de la force de frottement  $\vec{f}$  le long de BO.

2) Choc élastique.

Le choc frontal entre les particules ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) est parfaitement élastique. Toutes les vitesses, avant et après le choc, sont portées par l'axe horizontal  $x'Ox$ .

2-1) Déterminer les valeurs des vitesses  $v'_{1O}$  de ( $S_1$ ) et  $v'_{2O}$  de ( $S_2$ ) juste après le choc.

2-2) En négligeant la force de frottement entre ( $S_2$ ) et le support, juste après le choc, calculer la compression maximale  $x_m = OD$  du ressort.

2-3) En réalité, la force de frottement  $\vec{f}$  entre ( $S_2$ ) et le support, juste après le choc, n'est pas négligeable et la compression maximale du ressort est  $x'_m = OD' = 6,4$  cm.

2-3-1) Déterminer la diminution en énergie mécanique du système [( $S_2$ ), Terre, ressort] entre O et D'.

2-3-2) Sous quelle forme d'énergie cette diminution apparaît-elle ?

## Exercice 3 (6 points)

## Radioactivité du Thallium


L'isotope radioactif de Thallium  $^{207}_{81}\text{Tl}$  est un émetteur  $\beta^-$ , de période radioactive 135 jours. La désintégration d'un noyau de Thallium 207 produit un noyau fils, le Plomb  $^{207}_{82}\text{Pb}$ . L'énergie cinétique d'une particule  $\beta^-$  émise est  $E_C(\beta^-) = 0,70$  MeV. Cette désintégration est aussi accompagnée par l'émission d'une radiation gamma ( $\gamma$ ) d'énergie  $E(\gamma)$  et d'un antineutrino  $^0_0\bar{\nu}$  d'énergie  $E(^0_0\bar{\nu}) = 0,10$  MeV.

L'équation de cette désintégration s'écrit :  $^{207}_{81}\text{Tl} \longrightarrow ^{207}_{82}\text{Pb} + ^0_{-1}\text{e} + ^0_0\bar{\nu} + \gamma$

Données :

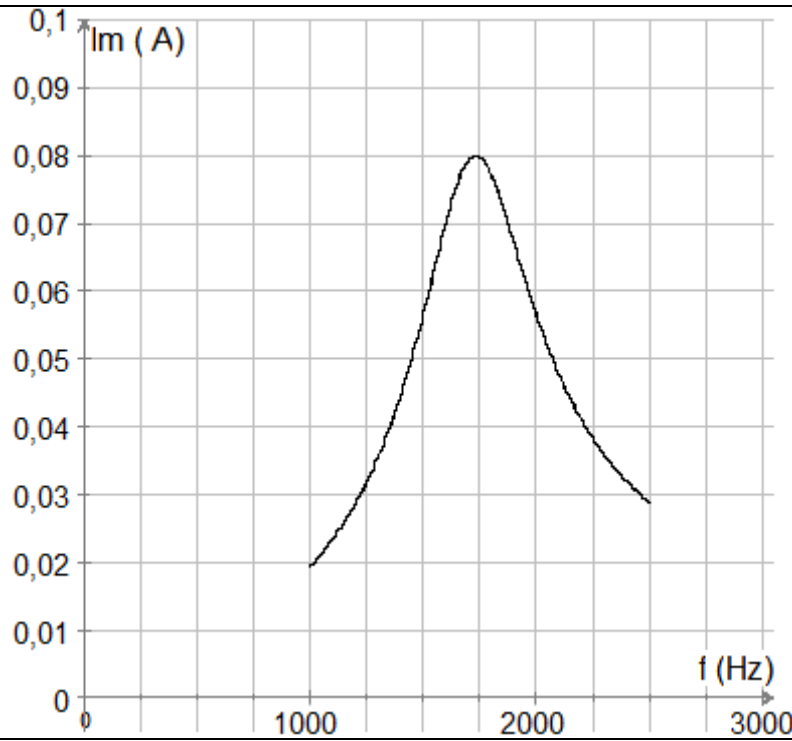
$m(^{207}_{82}\text{Pb}) = 206,9759$  u ;  $m(^{207}_{81}\text{Tl}) = 206,9775$  u ;  $m(^0_{-1}\text{e}) = 5,486 \times 10^{-4}$  u ;  
 $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;  $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ .

- 1)
  - 1-1) Calculer A et Z en précisant les lois utilisées.
  - 1-2) Définir la période radioactive d'une substance.
  - 1-3) Calculer la constante radioactive  $\lambda$  du Thallium 207.
  - 1-4) Interpréter l'émission de la radiation  $\gamma$ .
  - 1-5) Sachant que le noyau de Thallium 207 est initialement au repos et l'énergie cinétique du noyau fils est négligeable, déterminer l'énergie E ( $\gamma$ ) du photon  $\gamma$  émis.
  
- 2) Dans une étude énergétique concernant l'émission  $\beta^-$  par un échantillon de 1 g de Thallium 207 fraîchement préparé, un expérimentateur, détecte, durant le premier jour de désintégration, les électrons émis pour déterminer la puissance maximale moyenne produite par ces électrons.
  - 2-1) Calculer le nombre initial des noyaux de Thallium 207 contenus dans cet échantillon.
  - 2-2) Déterminer, en Bq, la valeur initiale de l'activité radioactive, de cet échantillon.
  - 2-3) Durant le premier jour :
    - 2-3-1) Calculer le nombre des électrons émis.
    - 2-3-2) Déterminer, en joules, l'énergie des particules  $\beta^-$  émises.
    - 2-3-3) Déduire la puissance moyenne des électrons émis.

المادة: الفيزياء الشهادة: الثانوية العامة الفرع: علوم الحياة نموذج رقم 2 المدة: ساعتان	الهيئة الأكاديمية المشتركة قسم: العلوم	 المركز التربوي للبحوث والإنماء
--	---	---

أسس التصحيح (تراعي تعليق الدروس والتوصيف المعدل للعام الدراسي 2016-2017 وحتى صدور المناهج المطورة)

### Exercice 1 (7 points) Influence de la fréquence sur l'intensité du courant

Question	Réponse	Note																		
1-1	$U_{mG} \geq U_{mR}$ avec la même sensibilité verticale ; (a) représente $u_G$ et (b) représente $u_R$ .	1/2																		
1-2	$ \varphi_1  = \frac{2\pi \times 0,8}{6,4} = \frac{\pi}{4}$ rd or l'oscillogramme (b) est en avance de phase sur l'oscillogramme (a), donc $u_R$ (ou $i$ ) est en avance de phase sur $u_G$ car $u_R$ atteint la valeur maximale avant $u_G$ , donc : $\varphi_1 = +\frac{\pi}{4}$ rd	1/2																		
1-3	$I_{1m} = U_{Rm}/R = 0,056$ A	1/2																		
2-1	Résonance d'intensité.	1/4																		
2-2	$\varphi_2 = 0$	1/4																		
2-3	$LC\omega^2 = 1$ avec $\omega = 2\pi f_0$ , donc : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1733$ Hz A la résonance d'intensité, le circuit se comporte comme un conducteur ohmique, soit $I_{2m} = U_{mG}/R = 8/100 = 0,08$ A	1/2 1/2 1/2																		
3-1	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>f (Hz)</td> <td>1000</td> <td>1500</td> <td><math>f_0 = 1733</math></td> <td>2220</td> <td>2500</td> </tr> <tr> <td><math>I_m</math> (A)</td> <td>0,02</td> <td>0,056</td> <td>0,08</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td><math>\varphi</math> (rd)</td> <td>-1,33</td> <td>-0,785</td> <td>0</td> <td>1,04</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	f (Hz)	1000	1500	$f_0 = 1733$	2220	2500	$I_m$ (A)	0,02	0,056	0,08	0,04	0,03	$\varphi$ (rd)	-1,33	-0,785	0	1,04	1,2	1/2
f (Hz)	1000	1500	$f_0 = 1733$	2220	2500															
$I_m$ (A)	0,02	0,056	0,08	0,04	0,03															
$\varphi$ (rd)	-1,33	-0,785	0	1,04	1,2															
3-2		1																		
3-3	Lorsque $f$ augmente, pour $f < f_0$ , $I_m$ augmente et $i$ est en avance de phase sur $u_G$ ; $\varphi > 0$ . Pour $f = f_0$ , $I_m$ prend une valeur maximale et $i$ et $u_G$ sont en phase ; $\varphi = 0$ . Lorsque $f$ augmente, pour $f > f_0$ , $I_m$ diminue et $i$ est en retard de phase sur $u_G$ ; $\varphi < 0$ .	1/2 1/2 1/2																		

**Exercice 2 (7 points)**

**Énergies et choc**

Question	Réponse	Note
1-1	$E_m(A) = E_m(B)$ $E_{pp}(A) + E_c(A) = E_{pp}(B) + E_c(B)$ $m_1gh_A + 0 = 0 + \frac{1}{2}m_1(v_{1B})^2$ $h_A = \frac{\frac{1}{2}(v_{1B})^2}{g}$ $h_A = \frac{\frac{1}{2}(4)^2}{10}$ $h_A = 0,8 \text{ m}$	<p>1/2</p> <p>3/4</p>
1-2	<p>Explication :</p> $E_m(O) - E_m(B) = W(\vec{f})_{B \rightarrow O}$ $E_{pp}(O) + E_c(O) - E_{pp}(B) - E_c(B) = W(\vec{f})_{B \rightarrow O}$ $0 + \frac{1}{2}m_1(v_{1O})^2 - 0 - \frac{1}{2}m_1(v_{1B})^2 = W(\vec{f})_{B \rightarrow O}$ $W(\vec{f})_{B \rightarrow O} = \frac{1}{2} \times 0,2 \times (2)^2 - 0 - \frac{1}{2} \times 0,2 \times (4)^2$ $W(\vec{f})_{B \rightarrow O} = -1,2 \text{ J}$	<p>1/2</p> <p>3/4</p>
1-3	$W(\vec{f})_{B \rightarrow O} = \vec{f} \cdot \vec{BO} = -f \times BO$ $f = -\frac{W(\vec{f})_{B \rightarrow O}}{BO}$ $f = -\frac{-1,2}{1} = 1,2 \text{ N}$	1
2-1	<p>Lors du choc, la quantité de mouvement du système [(S<sub>1</sub>), (S<sub>2</sub>)] est conservée :</p> $\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}}$  <p>Algébriquement selon le sens positif :</p> $m_1v_{1O} + 0 = m_1v'_{1O} + m_2v'_{2O}$ $m_1(v_{1O} - v'_{1O}) = m_2v'_{2O} \quad (\text{équation 1})$  <p>Le choc étant élastique, on a alors la conservation de l'énergie cinétique du système:</p> $E_c(\text{avant}) = E_c(\text{après})$ $\frac{1}{2}m_1(v_{1O})^2 + 0 = \frac{1}{2}m_1(v'_{1O})^2 + \frac{1}{2}m_2(v'_{2O})^2$ $m_1(v_{1O} - v'_{1O})(v_{1O} + v'_{1O}) = m_2(v'_{2O})^2 \quad (\text{équation 2})$  <p>Compte tenu des équations (équation 2) et (équation 1), on obtient :</p> $v_{1O} + v'_{1O} = v'_{2O} \quad (\text{équation 3})$  <p>En opérant sur (équation 1) et (équation 3), on obtient:</p> $v'_{1O} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{1O}$  <p>Ce qui donne : <math>v'_{1O} = -2/3 = -0,67 \text{ m/s}</math>  Et en remplaçant dans (équation 3), on obtient : <math>v'_{2O} = 4/3 = 1,33 \text{ m/s}</math>.</p>	<p>1</p> <p>1/2</p>

2-2	<p>L'énergie mécanique du système [(S<sub>2</sub>), ressort, Terre] est conservée.  <math>E_m(O) = E_m(D)</math>  <math>E_{pp}(O) + E_{pe}(O) + E_c(O) = E_{pp}(D) + E_{pe}(D) + E_c(D)</math>  <math>0 + 0 + \frac{1}{2}m_2(v'_{2O})^2 = 0 + \frac{1}{2}k(x_m)^2 + 0</math>  <math>m_2(v'_{2O})^2 = k(x_m)^2</math></p> $x_m = (v'_{2O}) \sqrt{\frac{m_2}{k}}$ $x_m = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{0,4}{100}}$ $x_m = OD = 0,084 \text{ m} = 8,4 \text{ cm}$	<p>1/2</p> <p>1/2</p>
2-3-1	<p>La diminution en énergie mécanique du système [(S<sub>2</sub>), Terre, ressort] est égale à :  <math> \Delta E_m  = \frac{1}{2}m_2(v'_{2O})^2 - \frac{1}{2}k(x'_m)^2 = \frac{1}{2} \times 0,4 \times (4/3)^2 - \frac{1}{2} \times 100 \times (0,064)^2 = 0,15 \text{ J}</math></p>	1/2
2-3-2	Cette diminution apparaît sous forme d'énergie thermique (chaleur).	1/2

### Exercice 3 (6 points) Radioactivité du Thallium

Question	Réponse	Note
1-1	<p>En appliquant les lois de Soddy :</p> <p>Conservation du nombre de masse : <math>207 = A + 0 + 0 \Rightarrow A = 207</math></p> <p>Conservation du nombre de charge : <math>81 = Z - 1 + 0 \Rightarrow Z = 82</math></p>	<p>1/4</p> <p>1/4</p> <p>1/4</p>
1-2	La période radioactive T d'une substance est l'intervalle de temps au bout duquel l'activité devient égale à la moitié de sa valeur initiale.	1/2
1-3	$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{135 \times 24 \times 3600} = 5,94 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$	1/2
1-4	Le noyau fils de plomb, produit par la désintégration, est obtenu dans un état excité ; la durée de présence dans cet état étant très courte, le noyau fils de plomb va se désexciter et cette désexcitation est accompagnée par l'émission d'une radiation $\gamma$ .	1/4
1-5	<p>La loi de conservation de l'énergie totale :</p> $m(\text{Tl}).c^2 = m(\text{Pb}).c^2 + m(e^-).c^2 + E_c(e^-) + E(\gamma) + E({}^0_0\bar{\nu})$ <p>or <math>\Delta m.c^2 = (206,9775 - 206,9759 - 5,486 \times 10^{-4}) \times 931,5</math>  et <math>\Delta m.c^2 = 0,70 + E(\gamma) + 0,10</math>  d'où : <math>E(\gamma) = 0,97938 - 0,80 = 0,179 \text{ MeV}</math></p>	<p>1/2</p> <p>1/2</p>
2-1	$\frac{m}{M} = \frac{N_0}{N_A}$ alors $N_0 = 2,9096 \times 10^{21}$ noyaux	1/2
2-2	$A_0 = \lambda N_0 = 5,94 \times 10^{-8} \times 2,9096 \times 10^{21} = 1,7283 \times 10^{14} \text{ Bq}$	1/2
2-3-1	<p>Le nombre de noyaux de thallium présents au bout d'un jour :</p> $N_1 = N_0 e^{-\lambda t} = 2,9096 \times 10^{21} e^{(-5,94 \times 10^{-8} \times 24 \times 3600)} = 2,8947 \times 10^{21} \text{ noyaux}$ <p>Le nombre des noyaux désintégrés <math>N = N_0 - N_1 = 1,49 \times 10^{19}</math> noyaux  Or le nombre des électrons émis est égal au nombre des noyaux désintégrés  Alors : <math>N_e = 1,49 \times 10^{19}</math> électrons</p>	<p>1/2</p> <p>1/2</p>
2-3-2	$E = N_e \times E_c(\beta^-) = 1,49 \times 10^{19} \times 0,70 = 1,043 \times 10^{19} \text{ MeV} = 1,668 \times 10^6 \text{ J}$	1/2
2-3-3	$P_{\text{moy}} = E/\Delta t = 1,668 \times 10^6 / (24 \times 3600) = 19,3 \text{ W}$	1/2