وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	دورة سنة 2013 العادية
الجمعة في 28حزيران 2013	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

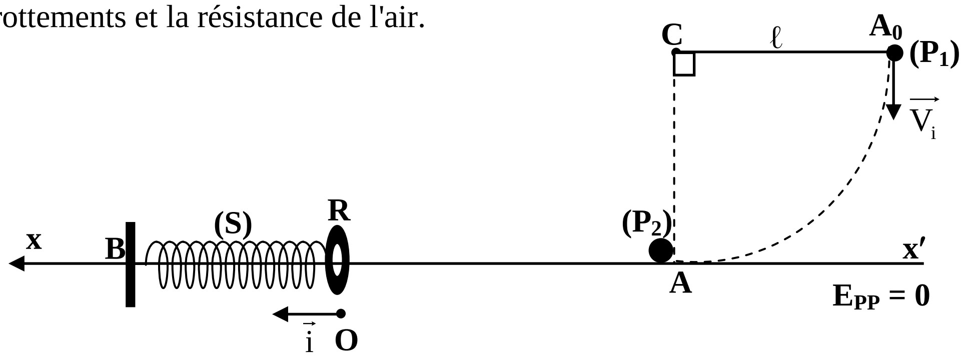
Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Premier exercice :(7 points) **Collisions et oscillateur mécanique**

A) Collision

Un pendule est formé d'un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur ℓ = 1,8 m, portant à l'une de ses extrémités une particule (P_1) de masse m_1 = 200g ; l'autre extrémité du fil est fixée en C à un support fixe.

Le fil est tendu horizontalement. On communique à (P_1), en A_0, une vitesse $\vec{V}_i$ dirigée verticalement vers le bas de valeur V_i = 8m/s. Dans la position la plus basse A, (P_1) entre en collision frontale et parfaitement élastique avec une autre particule (P_2) de masse m_2 = 300 g initialement au repos. On néglige les frottements et la résistance de l'air.



Prendre :

- Le plan horizontal passant par A, comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- g = 10 m/s^2.

1) **a)** Calculer l'énergie mécanique du système [pendule, Terre] à l'instant de lancement de (P_1) en A_0.

b) Déterminer la valeur V_1 de la vitesse $\vec{V}_1$ de (P_1) juste avant la collision avec (P_2).

2) **a)** Nommer les grandeurs physiques conservées durant cette collision.

b) Démontrer que la valeur V'_2 de la vitesse $\vec{V}'_2$ de (P_2), juste après la collision, est 8m/s.

B) Oscillateur mécanique

Un ressort horizontal (S), de masse négligeable et de constante de raideur K=120N/m, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe en B et l'autre extrémité est accrochée à un anneau R.

(P_2), se déplaçant suivant un trajet horizontal AB, heurte R en O et s'y accroche pour former ensemble un solide (P), supposé ponctuel, de masse m = 1,2 kg. Ainsi (P) forme avec le ressort (S) un oscillateur mécanique horizontal de centre d'inertie G ; G peut se déplacer sans frottement sur un axe horizontal x'Ox passant par AB.

À l'instant initial t_0= 0, G coïncide avec O position d'équilibre de (P) et possède juste après la collision une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\,\vec{i}$ avec V_0 = 2m/s.

À l'instant t, G a pour abscisse x et pour vitesse de valeur algébrique $v = \frac{dx}{dt}$.

1) Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du système (oscillateur-Terre) à un instant t en fonction de K, m, x et v.

2) Établir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement de G et déduire la nature de son mouvement.

3) Sachant que $x = X_m \cos(\sqrt{\frac{K}{m}}\,t + \varphi)$, déterminer les valeurs des constantes X_m et φ.

Deuxième exercice : (7 points)

Détermination des caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer les caractéristiques : d’une bobine et d’un condensateur.

Dans ce but on relie en série un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance r, un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω et un générateur (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale u de valeur maximale constante U_m et de fréquence réglable f. Un courant alternatif sinusoïdal i passe alors dans le circuit (Fig.1).

Un oscilloscope, convenablement branché, sert à visualiser la tension $u = u_{AM}$ aux bornes du générateur sur la voie (Y_1) et la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique (R) sur la voie (Y_2).

Les réglages de l’oscilloscope sont les suivants :

sensibilité horizontale S_h = 2 ms/div ;

sensibilité verticale :
- sur la voie (Y_1) : S_{V1} = 2 V/div ;
- sur la voie (Y_2) : S_{V2} = 0,25 V/div.

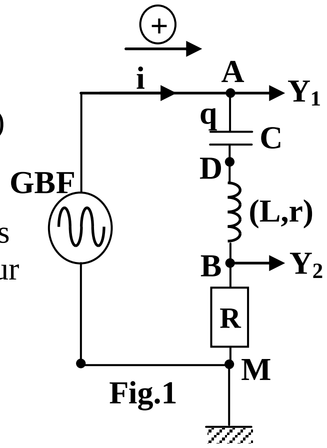


Fig.1

A- Pour une valeur f_o de f on observe sur l’écran de l’oscilloscope les oscillogrammes représentés par la figure 2.

1) Déterminer f_o et la pulsation ω_o.

2) Déterminer la valeur maximale U_m de u et la valeur maximale I_m de i.

3) **a)** Les oscillogrammes montrent qu'un phénomène physique s'est produit dans le circuit. Nommer ce phénomène ; justifier.

b) Déduire la relation entre L et C.

4) Le circuit entre A et M est équivalent à un conducteur ohmique de résistance R_t = R+ r. Déterminer R_t et en déduire r.

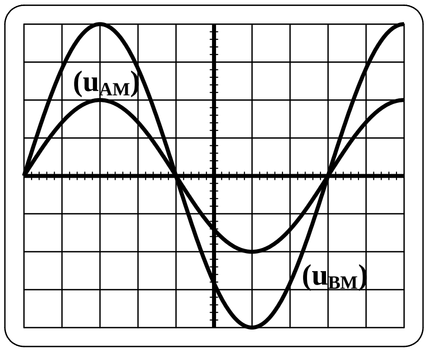


Fig.2

B- La bobine du circuit de la figure 1 est remplacée par un conducteur ohmique de résistance r_1 = 60 Ω (figure 3).

La tension aux bornes du générateur est $u = u_{AM} = U_m \cos \omega_o t$. Sur l’écran de l'oscilloscope on observe les oscillogrammes représentés par la figure 4.

Les réglages de l’oscilloscope sont les mêmes que précédemment.

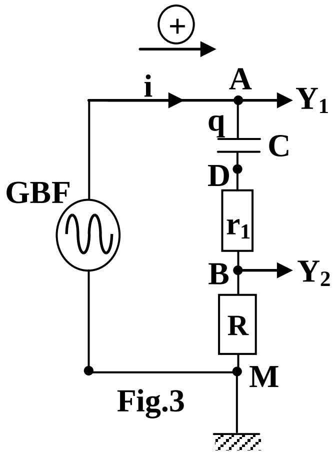


Fig.3

1) En utilisant les oscillogrammes de la figure 4 :

a) dire pourquoi la tension u_{AM} est en retard de phase par rapport à u_{BM} ;

b) calculer le déphasage φ entre u_{AM} et u_{BM} ;

c) déterminer, en fonction du temps, l’expression donnant u_{BM} et celle donnant u_{AM}.

2) Écrire, en fonction du temps, l'expression de i.

3) La tension aux bornes du condensateur s’exprime par :

$u_{AD} = \dfrac{8.9 \times 10^{-5}}{C} \sin(125\pi t + \dfrac{\pi}{4})$; [u en V et t en s].

En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer C.

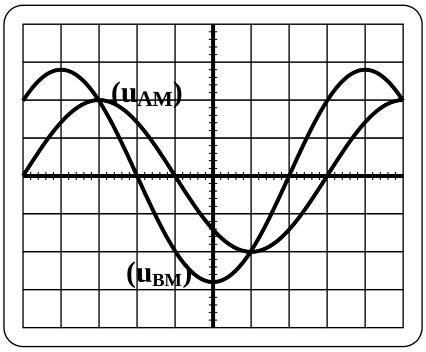


Fig.4

C- En utilisant la relation trouvée dans **[A-3(b)]**, calculer L.

Troisième exercice : (6 points)

Datation par le carbone 14

L'isotope $^{14}_{6}C$ du carbone est radioactif β^-. $^{14}_{6}C$ existe en proportion constante avec le carbone 12 dans l'atmosphère. Les plantes vivantes absorbent le dioxyde de carbone provenant indifféremment du carbone 12 et du carbone 14. Juste après leur mort, cette absorption s'arrête et le carbone 14, qu'elles contiennent, se désintègre avec une demi-vie T = 5700 ans.

Dans un organisme vivant, la proportion du nombre d'atomes de carbone 14 par rapport au nombre d'atomes de carbone 12 est $r_0 = \dfrac{\text{nombre initial d'atomes de carbone 14}}{\text{nombre d'atomes de carbone 12}} = \dfrac{N_o(^{14}C)}{N'(^{12}C)} = 10^{-12}$.

Quand l'organisme est mort, et après une durée t de la mort, la proportion du nombre d'atomes de carbone 14 par rapport au nombre d'atomes de carbone 12 s'exprime par le rapport :

$r = \dfrac{\text{nombre restant d'atomes de carbone 14}}{\text{nombre d'atomes de carbone 12}} = \dfrac{N(^{14}C)}{N'(^{12}C)}$.

1) La désintégration du carbone 14 est donnée par : $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{A}_{Z}N + \beta^- + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}$.
   Calculer Z et A en précisant les lois utilisées.
2) Calculer, en année^{-1}, la constante radioactive λ du carbone 14.
3) En utilisant la loi de décroissance radioactive du carbone 14 : $N(^{14}C) = N_0(^{14}C) \times e^{-\lambda t}$,montrer que $r = r_0\, e^{-\lambda t}$.
4) Des mesures des rapports $\dfrac{r}{r_0}$, pour des échantillons a,b et c, sont données dans le tableau suivant :

rapport	échantillon a	échantillon b	échantillon c
$\dfrac{r}{r_0}$	0,914	0,843	0,984

   a) L'échantillon b est le plus ancien. Pourquoi ?
   b) Déterminer l'âge de l'échantillon b.

5) a) Calculer le rapport $\dfrac{r}{r_0}$ pour $t_0 = 0$, $t_1 = 2T$, $t_2 = 4T$ et $t_3 = 6T$.

   b) Tracer alors la courbe $\dfrac{r}{r_0} = f(t)$ en prenant comme échelles :

   - en abscisses 1 cm $\leftrightarrow$ 2T ;
   - en ordonnées 1 cm $\leftrightarrow$ $\dfrac{r}{r_0}$ = 0,2.

   c) Pour connaître la date de la mort d'un organisme vivant, il suffit de mesurer $\dfrac{r}{r_0}$. En se servant de la courbe tracée, expliquer pourquoi on ne peut pas dater la mort, d'un organisme, qui a eu lieu il y a quelques millions d'années.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

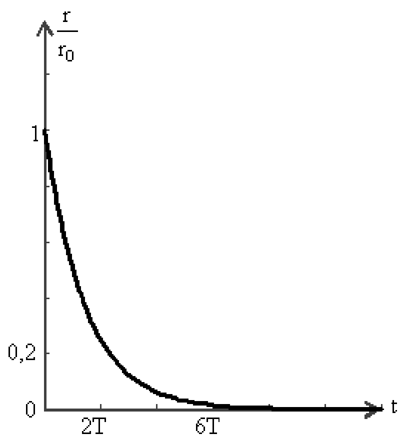
Premier exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	$Em_i = Ec_i + E_{ppi} = ½m_1 V_i^2 + m_1 g\ell = 0{,}5\times0{,}2\times64 + 0{,}2\times10\times1{,}8 = 10$ J	0.75
A.1.b	conservation de l'énergie mécanique : $Em_i = Em_A = 10$ J$=½m_1 V_1^2$ $V_1 = 10$ m/s	0.75
A.2.a	Conservation de la quantité de mouvement Conservation de l'énergie cinétique	0,5
A.2.b	Conservation de la quantité de mouvement: $m_1 \vec{V}_1 + \vec{0} = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}'_2$ $\Rightarrow m_1 V_1 + 0 = m_1 V_1' + m_2 V'_2 \Rightarrow m_1 (V_1 - V_1') = m_2 V'_2$ (1) Collision élastique: $½ m_1 V_1^2 = ½ m_1 (V_1')^2 + ½ m_2 V'^2_2$ $\Rightarrow m_1 [V_1^2 - (V_1')^2] = m_2 (V'_2)^2$ (2) Divisons (2) par (1) on obtient: $V_1 + V_1' = V'_2 \Rightarrow V_1' = V'_2 - V_1$ (3) Equations (1) et (3) donnent $V'_2 = 8$ m/s.	1,5
B.1	$E_m = ½ kx^2 + ½ mV^2$.	0. 5
B.2	E_m = cte . $\frac{dE_m}{dt} = 0$ ' $kxx' + mVV' = 0$ avec : $V = x'$ and $V' = x''$. L'equation differentielle: $x'' + (k/m)x = 0$. Elle est de la forme $x'' + \omega_o^2 x = 0$ le movement est rectiligne sinusoidal **ou** oscillation harmonique simple	1
B.3.	$Em_{(x=0)} = Em_{(x=xm)}$ alors $\frac{1}{2} mV_o^2 + \frac{1}{2} Kx_o^2 = \frac{1}{2} Kx_m^2$ $\frac{1}{2} \times 1.2 \times 2^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 120 \times x_m^2$ so x_m 0.2m = 20cm. **Ou** à partire des conditions initiales $x = x_m \cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t + \varphi)$ at t = 0 s, x = 0 alors : $0 = x_m \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 0$ $\Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{2}$ or à t = 0 ,v = $V_o = -x_m \sin\varphi > 0$ donc $\varphi = -\frac{\pi}{2}$	1 1

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	T_o =8 x 2 = 16 ms $\Rightarrow f_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{16x10^{-3}} = 62{,}5Hz$ et $\omega_o = 2\pi f_o = 125\ \pi$ rd/s	1
A.2	$U_m = 2 \times 2 = 4$ V $U_{Rm} = 4 \times 0{,}25 = 1$ V $\Rightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{1}{20} = 0{,}05$ A	1
A.3.a	Résonance d'intensité , car la tension aux bornes du générateur et celle aux bornes du conducteur ohmique (image du courant) sont en phase	0.5
A.3.b	À la résonance la fréquence propre est $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow$ $(62{,}5)^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \Rightarrow LC = 6{,}49\times10^{-6}$ SI **<u>ou</u>** $LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow LC = 6{,}49\times10^{-6}$ SI	0.75
A.4	Car u et i sont en phase . $U_m = R_t I_m \Rightarrow R_t = \frac{4}{0{,}05} = 80\ \Omega$ $r = R_t - R = 60\ \Omega$.	0.5
B.1.a	u_{BM} (image de i) est en avance de phase sur $u_{AM} = u_g$.	0.25
B.1.b	2π rd $\rightarrow$ 8 div $\varphi \rightarrow$ 1div $\Rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4} rd$	0. 5
B.1.c	U_{BMmax} = 2,8x0,25 = 0,7 V ; ω_o =125 π rd $\Rightarrow u_{BM} = 0{,}7 \cos(125\ \pi\ t + \pi/4)$ (u_{BM} en V , t en s) U_{AMmax} =2x2 = 4 V alors $u_{AM} = 4 \cos 125\ \pi\ t$ (u en V ,t en s)	0.75
B.2	$I_m = \frac{U_{BM\max}}{R} = \frac{2{,}8x0{,}25}{20} = 0{,}035$ A $\Rightarrow i = 0{,}035 \cos(125\ \pi\ t + \frac{\pi}{4})$ (i en A , t en s)	0.50
B.3	Additivité des tensions : $u_{AM} = u_{AD} + u_{DB} + u_{BM}$ $\Rightarrow 4 \cos 125\ \pi\ t = \frac{8{,}9x10^{-5}}{C}\sin(125\pi t + \frac{\pi}{4}) + 80\times0{,}035 \cos(125\ \pi t + \frac{\pi}{4})$ Pour $125\ \pi\ t = \frac{\pi}{2}$ on a : $0 = \frac{8{,}9x10^{-5}}{C}\sin(\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{4}) + 2{,}8\cos(\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{4}) \Rightarrow$ $-\frac{8{,}9\times10^{-5}}{C}\times\frac{\sqrt{2}}{2} = 2{,}8(-\frac{\sqrt{2}}{2}) \Rightarrow C = 32\times10^{-6}F = 32\ \mu F$	1.00
C	$LC = 6{,}49 \times 10^{-6} \Rightarrow L = \frac{6{,}49\times10^{-6}}{32\times10^{-6}} = 0{,}2$ H	0.25

Troisième exercice (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1	lois de conservation de nombre de masse et de charge ${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$	1
2	$\lambda = \frac{0,693}{T} = 1,216 \times 10^{-4}\, \text{annee}^{-1}$	0.75
3	$r = \frac{N_{14}}{N_{12}} = \frac{N_{014}e^{-\lambda t}}{N_{12}}$ avec $r_0 = \frac{N_{014}}{N_{12}}$, on peut écrire $r = r_0\, e^{-\lambda t}$.	0.75
4.a	Le rapport $\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t}$ diminue avec le temps, $\frac{r}{r_0} = 0,843$ a la valeur la plus petite $\Rightarrow$l'échantillon b est le plus ancien.	0.5
4.b	$\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t} = 0,843 \Rightarrow -\lambda t = \ln 0,843$ $\Rightarrow$l'âge de l'échantillon est $t = \frac{0,171}{1,216 \times 10^{-4}} = 1406$ ans.	1
5.a	$\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t} = 2^{-n}$, $n = \frac{t}{T}$ $t_0 = 0$; $\frac{r}{r_0} = 1$ $t_1 = 2T$; $\frac{r}{r_0} = 0,25$ $t_2 = 4T$; $\frac{r}{r_0} = 0,0625$ $t_3 = 6T$; $\frac{r}{r_0} = 0,01565$	1
5.b	$\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t}$ et construction 	0.5
5.c	L'analyse de la courbe montre que pour T > 6T= 34200 ans, le rapport $\frac{r}{r_0}$ devient très petit. Il est donc impossible de déterminer t pour des durées supérieures à 34200 ans ou de quelques millions d'années.	0.5