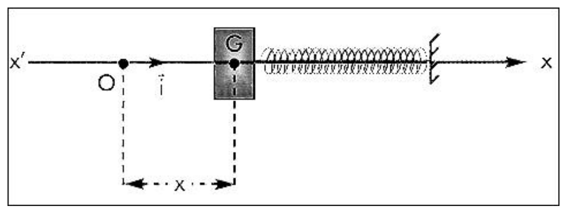
وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة فرع علوم الحياة	دورة سنة 2001 العادية
	مسابقة في الفيزياء المدة : ساعتان	الاسم : الرقم :

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.
Les calculatrices non programmables sont autorisées.

<u>Premier exercice</u> (7 pts) Etude du mouvement d'un pendule élastique horizontal

Le pendule élastique horizontal de la figure ci-dessous comporte un solide (S) de masse m =100 g et un ressort de constante de raideur k = 80 N/m.



Le centre d'inertie G de (S) peut se déplacer le long d'un axe horizontal $(O, \vec{i})$.
A l'instant $t_o = 0$, G au repos en O, on lance (S) avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\vec{i}$ ($V_0 = 3$ m/s). (S) se met alors à osciller et à une date t, l'abscisse de G est x et sa vitesse est $\vec{V} = V\vec{i}$.
Le plan horizontal contenant G est le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

A- Oscillations libres non amorties

Dans cette partie on néglige les forces de frottement.

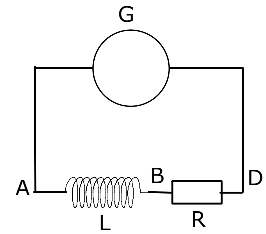
1) a) Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du pendule ((S), ressort), en fonction de x et V.
   b) L'énergie mécanique de ce pendule est-elle conservée? Calculer sa valeur.
2) Etablir l'équation différentielle du second ordre qui décrit le mouvement de G.
3) a) Vérifier que $x = x_m \cos(\omega_o t + \varphi)$ est une solution de cette équation où $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$.
   b) Calculer les valeurs de x_m, de φ et de la période propre T_o du pendule.
   c) Déterminer le temps au bout duquel, G repasse pour la première fois par l'origine O.

B- Oscillations libres amorties

Dans cette partie, les frottements ne sont pas négligeables et (S) effectue des oscillations amorties de pseudo-période T.

1) T est-elle plus petite, égale ou plus grande que T_o?
2) A l'instant t = T, la vitesse de (S) est 2,8 $m.s^{-1}$.
   a) Quelle est la position de G à cet instant?
   b) Calculer le travail effectué par les forces de frottement entre $t_o = 0$ et t = T.

<u>Deuxième exercice</u> (7 points) **Détermination de l'inductance d'une bobine**

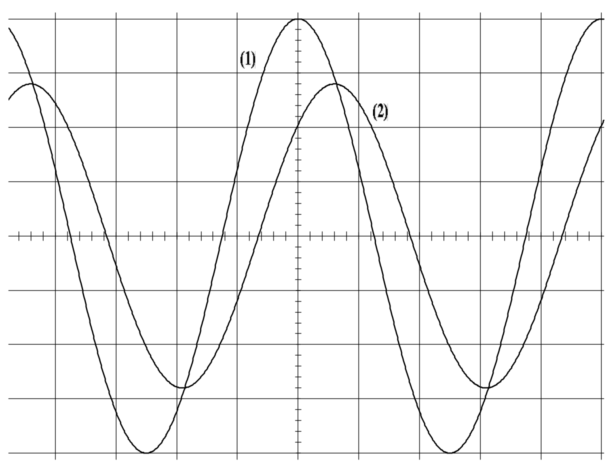


Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on branche cette bobine en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω aux bornes d'un générateur basse fréquence G (Fig. 1). Le générateur G délivre une tension alternative sinusoïdale $u_G = U_m \cos \omega t$ (u_G en V, t en s).

1) Reproduire le schéma de la figure (1), en indiquant les branchements des voies d'un oscilloscope afin de visualiser les tensions u_G aux bornes du générateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.

2) Laquelle des deux tensions, u_G ou u_R, représente l'image de l'intensité i du courant alternatif sinusoïdal traversant le circuit? Justifier la réponse.

3) Dans la figure 2, l'oscillogramme (1) visualise l'évolution de la tension U_G au cours du temps. Justifier en précisant lequel des oscillogrammes, (1) ou (2), est en avance sur l'autre. Déterminer le déphasage entre ces deux oscillogrammes.



Sensibilité horizontale: 5 ms/div
Sensibilité verticale sur les deux voies: 1 V/div.

4) A partir des oscillogrammes, déterminer: la pulsation ω, la valeur maximale U_m de la tension aux bornes de G et l'amplitude I_m de l'intensité i du courant dans le circuit.

5) Ecrire, en fonction du temps t, l'expression de l'intensité i et celle de la tension u_L aux bornes de la bobine.

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

Troisième exercice : (6 pts) Énergie libérée par la désintégration du cobalt

L'isotope cobalt $^{60}_{27}Co$ est radioactif de période (demi-vie) T = 5,3 ans. On considère un échantillon de cet isotope ayant une masse m_o = 1 g à l'instant t_o = O.

Données:

$^{A}_{Z}X$	$^{60}_{27}Co$	$^{60}_{28}Ni$	$^{0}_{-1}e$
Masse (en u)	59,9190	59,9154	0,00055

- 1 u = 931,5 MeV/c^2.
- célérité de la lumière dans le vide: c = 3 x 10^8 m.s^{-1}. constante de Planck: h = 6,63 x 10^{-34} J.s
- nombre d'Avogadro: 6,02 x 10^{23} mol^{-1}.
- masse molaire du cobalt: 60 g.mol^{-1}.

1) Déterminer le nombre des noyaux non désintégrés et l'activité de l'échantillon à l'instant t = 10,6 ans.

2) L'une des désintégrations de $^{60}_{27}Co$ donne naissance à l'isotope nickel $^{60}_{28}Ni$.

a) Ecrire, en le justifiant, l'équation de la désintégration d'un noyau cobalt $^{60}_{27}Co$. Identifier la particule émise.

b) Calculer, en MeV, l'énergie libérée par cette désintégration.

c) Déterminer l'énergie libérée par la désintégration de 1 g du cobalt $^{60}_{27}Co$.

d) Sachant que l'énergie libérée par la combustion complète de 1 g de charbon est de 30 kJ, trouver la masse de charbon pouvant libérer la même énergie calculée dans la question c).

Solution

Premier exercice (7 pts)

1) $E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ (0,5 pt)

2)

a)Les forces de frottement sont négligées alors E_m est conservée.

$E_m = E_{mo} = \frac{1}{2}mv_o^2 + \frac{1}{2}kx_o^2 = 0,45 + 0 = 0,45$ J. (0,75 pt)

b)

$\frac{dE_m}{dt} = mvv' + kxx' = 0;\ v' = x''$ et $x' = v$

(0,75 pt)

$x'' + \frac{k}{m}x = 0$

3)

a) $x = x_m \cos(\omega_o t + \varphi)$; $x' = -x_m \omega_o \cos(\omega_o t + \varphi)$; $x'' = -x_m \omega_o^2 \cos(\omega_o t + \varphi)$

$x'' + \omega_o^2 x = -x_m \omega_o^2 \cos(\omega_o t + \varphi) + x_m \omega_o^2 \cos(\omega_o t + \varphi) = 0$

$x = x_m \cos(\omega_o t + \varphi)$ est une solution de l'équation. (1 pt)

b) - $\omega_o = \frac{2\pi}{T_o} = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow T_o = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0,22$ s (0,75 pt)

- $x = x_m$; $v = 0$ alors $E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 = 0,45$ J $\Rightarrow x_m = 0,106$ m $= 10,6$ cm (0,75 pt)

- à $t = 0$, $x_o = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0$ et $v_o > 0 \Rightarrow \sin\varphi < 0$ donc $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ rad . (0,5 pt)

c) (S) effectue une demi-période t = 0,11 s. (0,25 pt)

B-

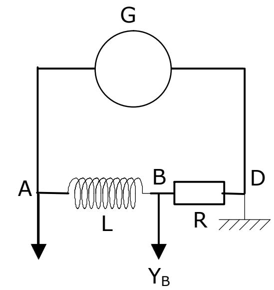
1) $T > T_o$. (0,25 pt)

2)

a) Au bout d'une pseudo-période (S) passe de nouveau par le point O. (0,25 pt)

b) $W_{\vec{f}} = \underset{t=0 \to t=T}{\Delta E_m} = E_{m1} - E_{mo} = 0,392 - 0,45 = -0,058$ J (1,25 pts)

Deuxième exercice (7 points)



1) (0,5 pt)

2) $u_R = Ri$, u_R représente alors i à une constante près. (0,5 pt)

3) u_1 s'annule avant u_2, donc $u_1 = u_G$ est an avance de phase sur i ($u_2 = u_R$ représente i).

$T \rightarrow 5 \text{ div} \rightarrow 2\pi$

$0{,}6 \text{ div} \rightarrow \varphi \quad \Rightarrow \varphi = 0{,}24\,\pi = 0{,}75 \text{ rd}$ (1 pt)

4) $T = 5 \text{ (div) x } 5 = 25 \text{ ms} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 80\pi = 251 \text{ rad/s}$ (0,5 pt)

$U_m = 4 \text{ (div) x } 1 = 4 \text{ V}$ (0,5 pt)

$U_{Rm} = 2{,}8 \text{ V} \Rightarrow U_{Rm} = I_m R \Leftrightarrow I_m = \frac{U_m}{R} = 0{,}28 \text{ A.}$ (1,5 pts)

5) i est en retard de 0,75 rad sur u_G;

$i = I_m \cos(\omega t - \varphi) = 0{,}28 \cos(80\pi t - 0{,}75)$

$u_L = L\frac{di}{dt} = -70{,}3 \text{ L} \sin(80\pi t - 0{,}75)$ (1 pt)

6) $u_G = u_R + u_L = Ri + u_L$

$4 \cos(80\pi t) = 2{,}8 \cos(80\pi t - 0{,}75) - 70{,}3 \text{ L} \sin(80\pi t - 0{,}75)$

Pour t = 0 ; L = 41 mH. (1,5 pts)

Troisième exercice : (6 pts)

1) à $t_o = 0$ on a $N_o = \frac{m}{M} \text{x} 6{,}02\text{x}10^{23} = \frac{1}{60} \text{x} 6{,}02\text{x}10^{23} \approx 10^{22}$ noyaux. (0,5 pt)

à t = 2 T = 10,6 ans, $N = \frac{N_o}{2^2} = 25\text{x}10^{22}$ noyaux. (0,5 pt)

$A = \lambda.N = \frac{\ln 2}{T} N = \frac{0{,}693}{T_{(s)}} N = 3{,}27\text{x}10^{13} \text{ Bq}$. (1,25 pts)

2)

a) ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{A}_{Z}X$

La loi de conservation du nombre de charge donne : 27 = 28 + Z, d'où Z = -1. (0,5 pt)

La loi de conservation du nombre de masse donne : 60 = 60 + A, d'où A = 0. (0,5 pt)

La particule émise est la particule β^-.

Alors : ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$ (1 pt)

b) $E = \Delta m \times c^2 = (m_{avant} - m_{après})c^2 = (3{,}05 \times 10^{-3}) \times 931{,}5 = 2{,}84 \text{ MeV}$ (1 pt)

c) $E' = N_o \times E = 2{,}84 \times 10^{22} \text{ MeV} = 2{,}84 \times 10^{22} \times 1{,}6 \times 10^{-13} = 4{,}544 \times 10^9 \text{ J.}$ (0,25 pt)

d) $m_{charbon} = \frac{4{,}544 \times 10^9}{30 \times 10^3} = 1{,}515 \times 10^5 \text{ g} = 151{,}5 \text{ kg}$ (0,5 pt)