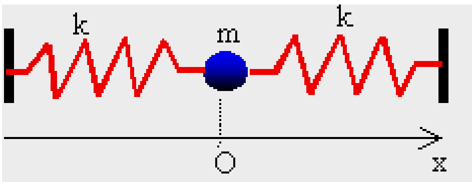
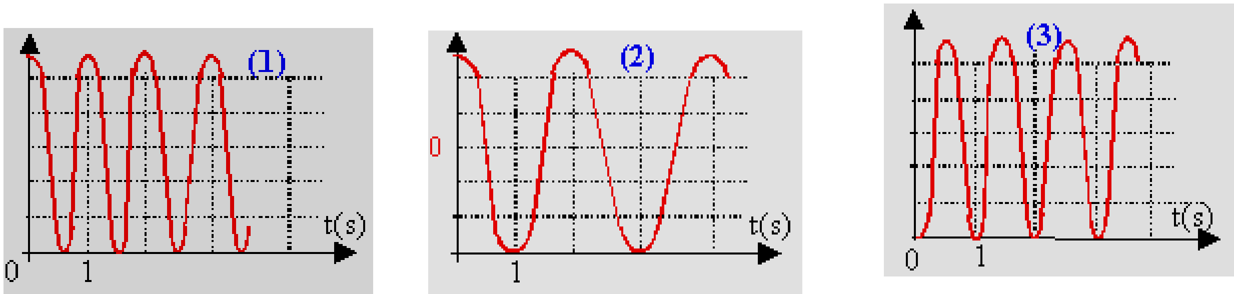
1-Premier Exercice (7 pts) :

A- Un pendule élastique est constitué de deux ressorts de raideur k et d'un palet de masse m=0,6 kg. Il peut osciller longitudinalement sur une table à coussin d'air horizontale. Grâce à des capteurs appropriés de position et de vitesse, on enregistre l'évolution temporelle de l'élongation x du centre d'inertie du palet. Puis on trace les courbes qui donnent l'énergie cinétique Ec du palet et l'énergie potentielle élastique Epe du système palet et ressorts en fonction du temps t.

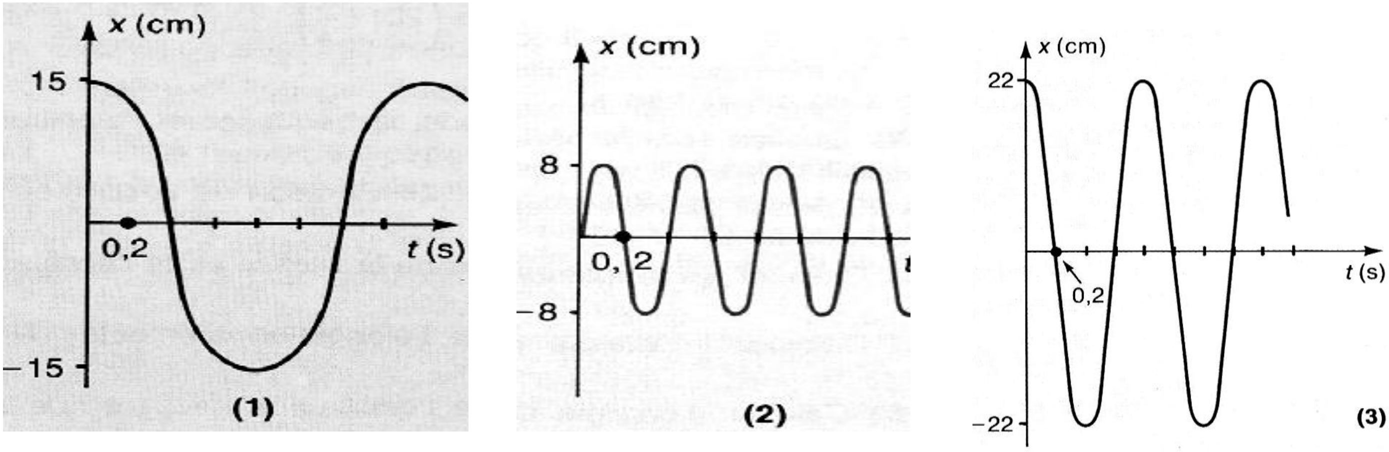


L'enregistrement a été réalisé durant 5s. L'origine de l'énergie potentielle élastique est prise à la position d'équilibre du palet (x=0). On admet que les deux ressorts sont équivalents à un ressort unique de raideur 2k.



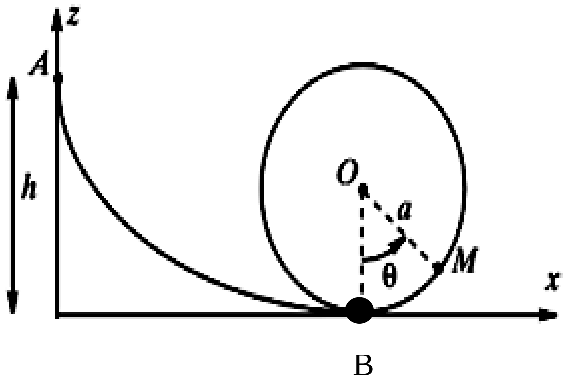
1. Parmi les 3 courbes proposées identifier celle relative à l'élongation x, à l'énergie cinétique, à l énergie potentielle élastique du système. Justifier vos choix.
2. Quelle est :
   - La période des oscillations du palet ?
   - La période de l'énergie cinétique ?
   - La période de l'énergie potentielle élastique ?
3. Ecrire ,à la date t , l'expression de l'énergie mécanique E_m du système (palet , ressort , support) en fonction de m,k,x et v en prenant le plan horizontal passant par le centre de masse du palet comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur .
4. Etablir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement du palet
5. Donner l'expression de la période des oscillations du palet . En déduire la valeur de la raideur k d'un ressort.
6. Relever graphiquement la valeur de l'amplitude xm du mouvement oscillatoire du palet, puis évaluer l'énergie potentielle élastique du système ressorts palet pour x= + x_m.(axe des ordonnées: 6 div = 4 cm).
7. Déduire l'équation horaire du mouvement .
8. Quelle est la vitesse de passage à la position d'équilibre
   On donne $\pi^2 = 10$.

B –Dans cette partie le pendule élastique horizontal est formé d'un seul ressort de même raideur k .On accroche au resort des masses $\mathbf{m_1}$, $\mathbf{m_2}$ et $\mathbf{m_3}$ (respectivement schéma 1, 2, 3)



1) Indiquer le schéma correspondant à la plus grande énergie.
2) Calculer $\mathbf{m_1}$, $\mathbf{m_2}$ et $\mathbf{m_3}$ .On donne $\pi^2 = 10$

<u>2-Deuxième Exercice (7 pts) :</u>



Une particule (P_1) de masse $m_1 = 50$ g se déplace sans frottements àl'intérieur d'une gouttière circulaire (toboggan terminépar un cercle de rayon a). Il est lâché en A, d'une hauteur h, sans vitesse initiale.

1) Exprimer en fonction de a, h, g et θ la norme V_1 de la vitesse de la particule (P_1) au point M lorsqu'il est à l'intérieur du demi-cercle.
2) Calculer la valeur de V_1 pour θ=0 rad ; h=1m ; a=20 cm ; $g=10 m/s^2$.
3) On place au point B une particult (P_2) de masse m_2 =150 g . La particule (P_1) entre , en choc frontal , avec la particule (P_2) .Sachant que le choc est élastique , calculer v'_1 et v'_2 les normes des vecteurs vitesses $\vec{v'_1}$ et $\vec{v'_2}$ juste après le choc .
4)Calculer la hauteur maximale atteinte par chaque particule après le choc .
5)Calculer la valeur de θ_m que fait ($\overrightarrow{OP_2}$) avec la vertical après le choc.

<u>3-Troisième Exercice (6pts) :</u>

Dans cet exercice, on négligera l'action du champ magnétique terrestre.Un circuit C (fig.1) comprend un générateur G et un solenoïde comportant n =2000 spires par mètre. A l'intérieur du solenoïde se trouve une bobine plate P, de même axe que le solénoïde et de bornes A et B. Cette bobine P est formée de N = 300 spires, chacune ayant une surface $S = 10\ cm^2$.

1- Le générateur G fait circuler dans le circuit un courant d'intensité 0,3 A.

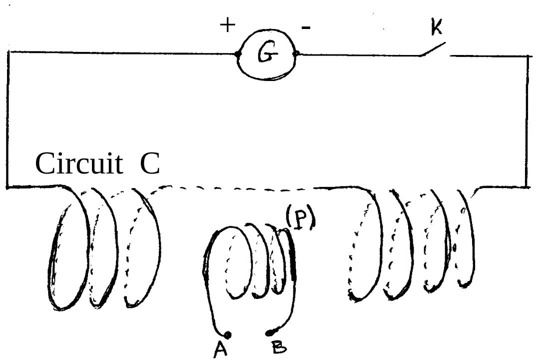


Fig .1

a. Sur un schéma clair, représenter le vecteur champ magnétique a l'interieur du solenoïde. Justifier le sens de ce vecteur et calculer sa norme.
b. On ouvre le circuit du solenoïde. Expliquer pourquoi il apparaît une différence de potentiel U_{AB} entre les bornes A et B de la bobine P. Préciser le signe de U_{AB}. Le courant dans le solenoïde s'annulant en 10^{-3}s, calculer la valeur moyenne de $|U_{AB}|$

2. Le générateur G fournit maintenant dans le circuit C une intensité i dont les variations en fonction du temps sont précisées sur la figure 2.

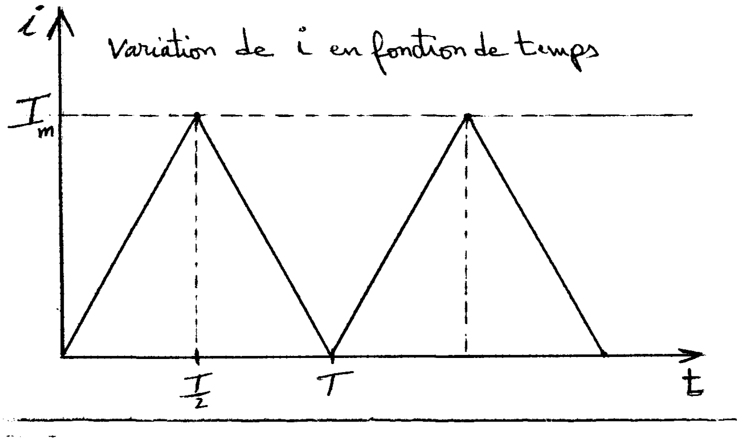


Fig.2

a. Donner, sur une période T, entre les instants t = 0 et t=T , les expressions de l'intensite i en fonction du temps, sachant que I_m = 0,35 A et $T=10^2$ s .
b. Calculer les valeurs prises par la force électromotrice induite dans la bobine P au cours de cette période T et représenter, avec la même échelle des temps que pour le courant i, le graphe de la force électromotrice induite.

Bon Travail

1-Premier Exercice (7 pts) :

A)

1) Les sinusoïdes correspondant à l'énergie ont une période égale à la moitié de la période de la sinusoïde correspondant à l'élongation.
Cela est du au fait que dans le terme énergie potentielle élastique, l'élongation intervient au carré (½ kx^2) et que dans le terme énergie cinétique, la vitesse intervient au carré (½ mv^2)
graphe 2 : élongation x(t) en fonction du temps.
A l'instant t=0, 'élongation est maximale, en conséquence l'énergie potentielle élastique est maximale et l'énergie cinétique est nulle .
graphe 1 : énergie potentielle élastique
graphe 3 : énergie cinétique.

2)

T_1 : Période des oscillations ; T_1 = 2 sec

T_2 : période de l'E_c ; T_2 = 1 sec ; T_3 : période de l'E_{pe} ; T_3 = 1 sec

3) E_m du système (palet , ressort , support) à t :
$E_m = E_c + E_{pe} + E_{pp} = \frac{1}{2}.m.v^2 + \frac{1}{2}.k.x^2 + \frac{1}{2}.k.x^2 = \frac{1}{2}.m.v^2 + k.x^2$

4) Pas de frottement => $E_m = ct^e$ => $\frac{dE_m}{dt} = 0$ => $x'' + \frac{2k}{m}x = 0$ c'est une equation différentielle de second ordre sans seconde membre de la forme $x'' + \omega^2 x = 0$ avec $\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}}$ elle régit le mouvement sinusoidal de la masse .

5) $T_1 = \frac{2.\pi}{\omega} = 2.\pi.\sqrt{\frac{m}{2k}}$ expression de la période . T_1 = 2 sec => $2 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m}{2k}}$ => k=3N/m.

6) Graphiquement : 6 div $\longrightarrow$ 4 cm.
3 div $\longrightarrow$ 2 cm donc x_m = 2 cm .
$E_{pe} = \frac{1}{2}.k.x_m^2 = \frac{1}{2}(3).(2.10^{-2})^2 = 6.10^{-4}$ J .

7) Equation horaire du mouvement : $x = x_m.\sin(\omega t + \varphi)$
$\omega = \frac{2\pi}{T1} = 3{,}14$ rd/s.
<u>Pour t=0</u> : $x_0 = x_m \sin\varphi > 0$ et $x'_0 = \omega.\ x_m \cos\varphi = 0$ => $\cos\varphi = 0$ => $\varphi = \frac{\pi}{2}$ rd ou $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ rd
$\sin\varphi > 0$ => $\varphi = \frac{\pi}{2}$ rd donc $x = 2.10^{-2}.\sin(3{,}14t + \frac{\pi}{2})$

8) Dans la position d'équilibre x=0 => E_{pe} = 0 donc $E_c = E_{pe}$ => $\frac{1}{2}.m.v^2 = 6.10^{-4}$ J . =>
$v = \sqrt{\frac{2.6.10-4}{0{,}6}}$ 0,044 m/s .

B) 1) E_m est plus grande que l'E_{pe} est plus grande donc celle qui a la plus grande amplitude x_m , c'est le schema (3)

2) $T_1 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m_1}{k}}$ => $m_1 = \frac{k.T_1^2}{4.\pi^2}$ = 0.147 kg = 147 g.

$T_2 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m_2}{k}}$ => $m_2 = \frac{k.T_2^2}{4.\pi^2}$ = 0.012 kg = 12 g

$T_3 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m_3}{k}}$ => $m_3 = \frac{k.T_3^2}{4.\pi^2}$ = 0.048 kg = 48 g .

2-Deuxième Exercice (7 pts) :

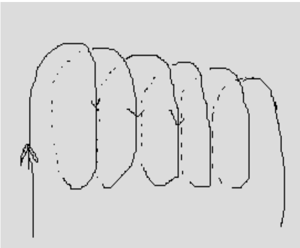
1) Pas de frottement donc l'E_m du système est conservée : $E_{m(A)} = E_{m(B)}$
   $E_{c(A)} + E_{pp(A)} = E_{c(M)} + E_{pp(M)}$ => $m_1gh = \frac{1}{2}m_1.v^2_1 + m_1.g.a(1-\cos\theta)$ => $v_1 = \sqrt{2.g(h - a(1-\cos\theta))}$
2) $V_1 = \sqrt{2.(10)(1 - 0{,}2(1-\cos(0))}$ = 4,472 m/s .
3) Au lors du choc , la quantité de mouvement se conseve : $\vec{P}_{avant} = \vec{P}'_{après}$ => $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2$
   $m_1.\vec{v}_1 + m_2.\vec{v}_2 = m_1.\vec{v}'_1 + m_2.\vec{v}'_2$ => $m_1.\vec{v}_1 = m_1.\vec{v}'_1 + m_2.\vec{v}'_2$ => $m_1.(v_1 - v_1') = m_2v_2'$ (1)
   Choc élastique donc : l'E_c se conserve .
   $E_{c(avant)} = E'_{c(après)}$ => $m_1.(v_1 - v_1').(v_1 + v_1') = m_2v_2'^2$ (2)
   (1) Et (2) => $v'_1 = (\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2})v_1$ et $v'_2 = (\frac{2m_1}{m_1 + m_2})v_1$.

   <u>A.N</u> : $v'_1 = (\frac{50-150}{200})4{,}472$ = -2,236 (en m/s)

   $v'_2 = (\frac{100}{200})4{,}472$ = 2,236 m/s.
4) $|v'_1| = v'_2$ => $h'_1 = h'_2$ => $E_{m(B)} = E'_{m(hmax)}$ => $h'_1 = \frac{2{,}236^2}{20}$ = 0,25m = 25cm $h'_1 = h'_2$ = 25 cm .
5) $h'_{max\,2} = a(1-\cos\theta_m)$ => $\theta_m = 104{,}5^o$

3-Troisième Exercice (6pts) :

1) a) - schéma
   -le sens est déterminé par la règle de la main droite .
   b) lorsqu'on ouvre le circuit du solénoide , le courant diminue jusqu'à zéro , le champ et parsuite le flux magnétique qui traverse P s'annule , une f.é.m apparaît dans la bobine . P tend à augmenter le champ => i_{ind} , s'il existe , est de même sens que celui du générateur .
   Signe de U_{AB} : $U_{BA} > 0$ => $U_{AB} < 0$.



A B

$B = 4.\pi.10^{-7}.n.I = 75{,}4.10^{-5}T$. $\emptyset_1 = N.B_{sol}.S = 22{,}62.10^{-5}$ wb . $\emptyset_2 = 0$ wb => $\Delta\emptyset = -22{,}62.10^{-5}$ wb

$e = \frac{-d\emptyset}{dt} = \frac{22{,}62.10^{-5}}{10^{-3}}$ = 0,226 v $|UAB|$ = 0,226v

2) a) i=f(t)
   pour $0 \le t \le \frac{T}{2}$: i=at avec $a = \frac{i}{t} = \frac{0{,}35}{50} = 7.10^{-3}$ A/s donc : $i = 7.10^{-3}.t$

pour $\frac{T}{2} \leq t \leq T$: i=at + b donc i=-7.10^{-3} t + 0,7

b) $e=\frac{-d\emptyset}{dt}$ B=4.π.10^{-7}.n.I = 75,4.10^{-5}T .Ø=N.B_{sol}.S = N. 4.π.10^{-7}.n.i.S

$e = \frac{-d\emptyset}{dt}$ =-75,4.10^{-5} .$\frac{di}{dt}$

pour $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$: $\frac{di}{dt} > 0$ => e=-0,527.10^{-5} v

pour $\frac{T}{2} \leq t \leq T$: $\frac{di}{dt} < 0$ => e= 0,527.10^{-5} v

graphe :