EXERCICE 1

Deuxième situation

On relie un corps solide (S_2) , de masse m_2= 182 g , à un ressort à spires non jointive , de masse négligeable et de raideur K , et on fixe l'autre bout du ressort à un support fixe (figure 2).

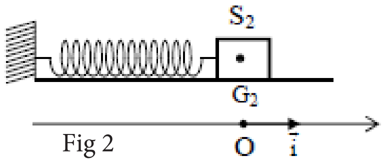


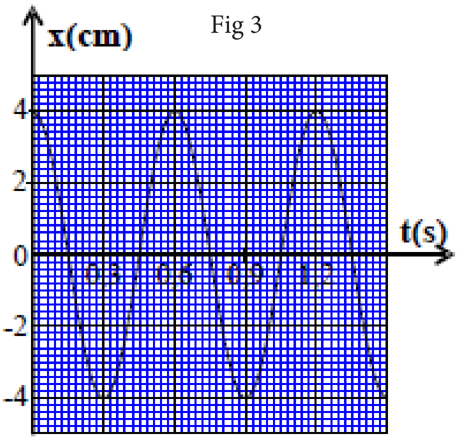
Fig 2

Le corps (S_2) peut glisser sans frottement sur un plan horizontal .
On écarte le corps (S_2) de sa position d'équilibre de la distance X_m ,et on le libère sans vitesse initiale .
Pour étudier le mouvement de G_2, on choisie le référentiel galiléen (O, $\vec{i}$) tel que la position de G_2 à l'origine des dates est confondue avec l'origine O .
On repère la position de G_2 à l'instant t par l'abscisse x dans le repère (O, $\vec{i}$) .

L'équation différentielle du mouvement de G_2 s'écrit : $\ddot{x} + \frac{K}{m_2} x = 0$ et sa solution est de la forme $x(t) = X_m.\cos(\frac{2\pi}{T_o} t + \varphi)$.

L'étude expérimentale du mouvement de G_2 a permis d'obtenir le graphe représenté sur la figure 3 .

Fig 3



2-1- Déterminer en exploitant le graphe les grandeurs suivantes :

l'amplitude X_m , la période T_o et φ la phase à l'origine des dates . **(0,75 pt)**

2-2- En déduire la raideur K du ressort . **(0,75 pt)**

2-3- On choisi le plan horizontal passant par la position de G_2 à l'équilibre comme origine de l'énergie potentielle de pesanteur et l'état où le ressort n'est pas déformé comme origine de l'énergie potentielle élastique .

2-3-1- Montrer que l'énergie cinétique E_C du corps (S_2) s'écrit : $E_C = \frac{K}{2}.(X_m - x)$. **(0,75 pt)**

2-3-2- Trouver l'expression de l'énergie mécanique du système { corps S_2 - ressort } en fonction de X_m et K et en déduire la vitesse v_{G2} lorsque G_2 passe par la position d'équilibre dans le sens positif .

EXERCICE 2

Les ressorts se trouvent dans plusieurs appareils mécaniques , comme les voitures et les bicyclettes ... et produisent des oscillations mécaniques .
Cette partie a pour objectif , l'étude énergétique d'un système oscillant (corps solide - ressort) dans une position horizontale.

Soit un oscillateur mécanique horizontal composé d'un corps solide (S) de masse m et de centre d'inertie G fixé à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives et de masse négligeable et de raideur K = 10 $N.m^{-1}$.

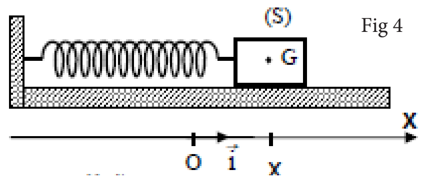


Fig 4

L'autre extrémité du ressort est fixée à un support fixe .
Le corps (S) glisse sans frottement sur le plan horizontal .
On étudie le mouvement de l'oscillateur dans le repère (O , $\vec{i}$)lié à la Terre et dont l'origine est confondue avec la position de G à l'équilibre de (S) .
On repère la position de G à l'instant t par son abscisse x . (Figure 4)
On écarte le corps (S) horizontalement de sa position d'équilibre dans le sens positif d'une distance X_o et on le libère sans vitesse initiale à l'instant pris comme origine des dates .
On choisie le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur , et l'état dans lequel le ressort n'est pas déformé comme référence de l'énergie potentielle élastique .
A l'aide d'un dispositif informatique adéquat , on obtient les deux courbes représentant les variation de l'énergie E_C cinétique et l'énergie potentielle élastique E_{Pe} du système oscillant en fonction du temps . (Figure 5)

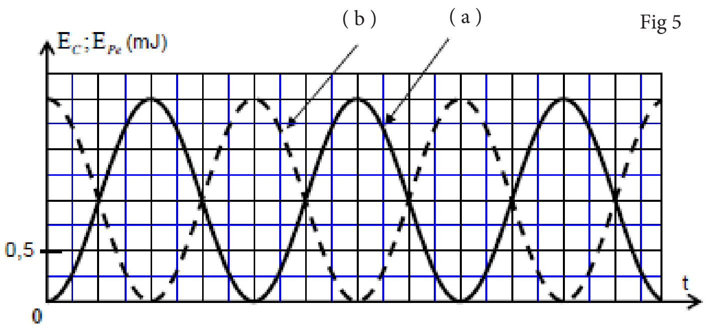


Fig 5

1- Indiquer parmi les courbes (a) et (b) celle qui représente les variations de l'énergie cinétique E_C . justifier votre réponse .
2- Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E_m du système oscillant .
3- En déduire la valeur de la distance X_o .
4- En considérant la variation de l'énergie potentielle élastique du système oscillant , trouver le travail $W_{A \to O}(\vec{T})$ de la force de rappel $\vec{T}$ exercée par le ressort sur (S) lors du déplacement de G de la position A d'abscisse $x_A = X_o$ vers la position O .

EXERCICE 3

Partie II : Étude énergétique d'un oscillateur mécanique (solide-ressort)

Un système oscillant est constitué d'un solide (S), de centre d'inertie G et de masse m, et d'un ressort horizontal, à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K = 20$N.m^{-1}$.
Le solide (S) est accroché à l'une des deux extrémités du ressort, l'autre extrémité est fixée à un support immobile.
On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance X_m puis on le lâche sans vitesse initiale. Le solide (S) oscille sans frottements sur un plan horizontal. (figure 1)

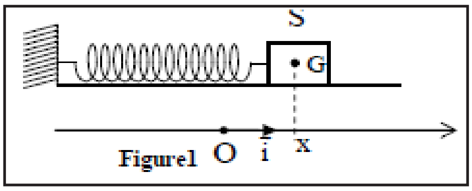


Figure1

On étudie le mouvement du centre d'inertie G dans un repère (O, $\vec{i}$) lié à un référentiel terrestre considéré comme galiléen. L'origine O de l'axe coïncide avec la position de G lorsque le solide (S) est à l'équilibre.
On repère ,dans le repère (O, $\vec{i}$) la position de G à un instant t par l'abscisse x .
On choisit le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur et l'état où G est à la position d'équilibre (x=0) comme référence de

l'énergie potentielle élastique.
L'équation horaire du mouvement de G s'écrit sous forme : $x(t)= X_m .\cos(\frac{2\pi}{T}t +\varphi)$.
La courbe de la figure 2 représente le diagramme des espaces x(t) .
1- Déterminer les valeurs de X_m ,T_o et de φ .
2- Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E_m de l'oscillateur étudié. **(0,75 pt)**
3- Trouver la valeur de l'énergie cinétique E_{C1} de l'oscillateur mécanique à l'instant $t_1 = 0,3s$.
4- Calculer le travail $W_{AB}(\vec{F})$ de la force de rappel lorsque le centre d'inertie G se déplace de la position A d'abscisse $x_A = 0$ à la position B d'abscisse $x_B = \frac{X_m}{2}$.

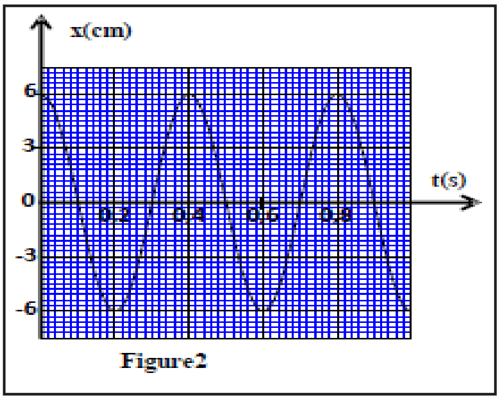


Figure2

EXERCICE 4

2. Étude du mouvement d'un système oscillant {solide (S)- ressort}

On fixe le solide (S) précédent à un ressort horizontal à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur K.
À l'équilibre, le centre d'inertie G coïncide avec l'origine du repère $(O,\vec{i})$ lié à la terre considéré comme galiléen (figure 2).
On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre et on le libère sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$.

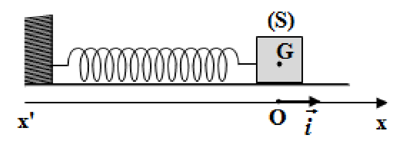


Figure 2

Données:
- Tous les frottements sont négligeables;
- On choisit l'état où le ressort n'est pas déformé comme référence de l'énergie potentielle élastique E_{pe} et le plan horizontal contenant G comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} .

La courbe de la figure (3) représente les variations de E_{pe} en fonction de x^2, carré de l'abscisse x du centre d'inertie G dans le repère $(O,\vec{i})$.

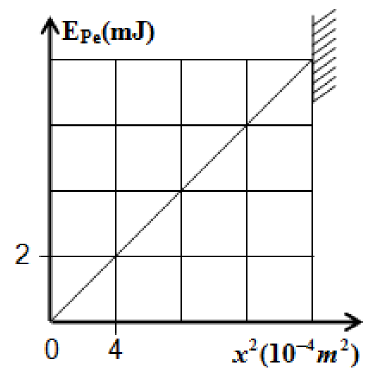


Figure 3

2.1. En exploitant la courbe de la figure (3), trouver les valeurs de:
a. la constante de raideur K.
b. l'énergie potentielle élastique maximale $E_{pe,max}$.
c. l'amplitude X_m des oscillations.
2.2. Déduire, en justifiant votre réponse, la valeur de l'énergie mécanique E_m du système oscillant.
2.3. Le centre d'inertie G passe par la position d'équilibre dans le sens positif avec la vitesse $v= 0,25\ m.s^{-1}$.

Montrer que l'expression de la période propre des oscillations s'écrit $T_0 = 2\pi.\frac{X_m}{v}$. Calculer T_0 .

EXERCICE 5

Partie II : **-Etude du mouvement d'un pendule élastique**

Un oscillateur mécanique vertical est constitué d'un corps solide S de masse $m=200g$ et d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur K .L'une des extrémités du ressort est fixée à un support fixe et l'autre extrémité est liée au solide S (figure2).
On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G du solide S dans un repère $R(O,\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.
On repère la position de G à un instant t par la côte z sur l'axe $(O,\vec{k})$. A l'équilibre, G est confondu avec l'origine O du repère $R(O,\vec{k})$.On prendra $\pi^2 =10$.

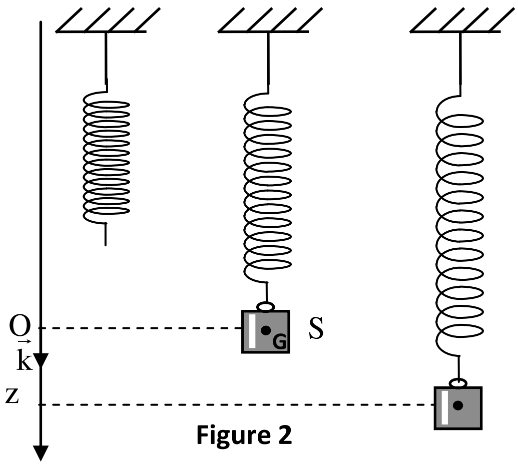


Figure 2

1- Frottements négligeables

On écarte verticalement le solide S de sa position d'équilibre et on l'envoie à l'instant de date $t=0$, avec une vitesse initiale $\vec{V}_0 = V_{0z}\vec{k}$.

La courbe de la figure 3 représente l'évolution de la côte $z(t)$ du centre d'inertie G.

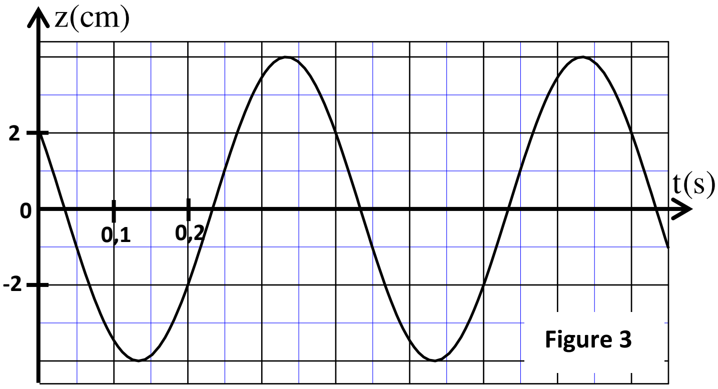


Figure 3

1-1-Déterminer, à l'équilibre, l'allongement $\Delta\ell_0$ du ressort en fonction de m, K et de l'intensité de la pesanteur g.

1-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la côte z du centre d'inertie G.

1-3 -La solution de cette équation différentielle s'écrit $z = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ avec T_0 la période propre de l'oscillateur.

Déterminer la valeur de K et celle de V_{0z}.

2-Frottements non négligeables

On réalise deux expériences en plongeant l'oscillateur dans deux liquides différents. Dans chaque expérience, on écarte verticalement le solide S de sa position d'équilibre d'une distance z_0 et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t=0$, le solide S oscille alors à l'intérieur du liquide.

Les courbes (1) et (2) de la figure 4 représentent l'évolution de la côte z du centre d'inertie G au cours du temps dans chaque liquide.

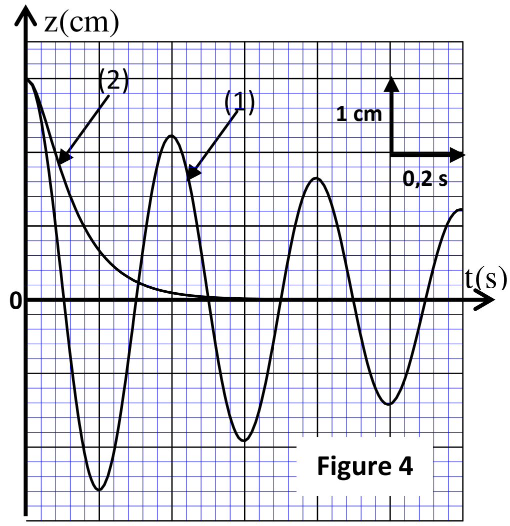


Figure 4

2-1- Associer à chaque courbe le régime d'amortissement correspondant.

2-2-On choisit le plan horizontal auquel appartient le point O, origine du repère $R(O,\vec{k})$, comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} $(E_{pp}=0)$ et l'état où le ressort est non déformé comme état de référence de l'énergie potentielle élastique E_{pe} $(E_{pe}=0)$.

Pour les oscillations correspondant à la courbe (1) :

2-2-1- Trouver , à un instant de date t , l'expression de l'énergie potentielle $E_p = E_{pp} + E_{pe}$ en fonction de K , z et $\Delta\ell'_0$ l'allongement du ressort à l'équilibre dans le liquide.

2-2-2-Calculer la variation de l'énergie mécanique de l'oscillateur entre les instants $t_1 = 0$ et $t_2 = 0,4\,s$.

EXERCICE 6

Partie I : Etude énergétique d'un pendule élastique

Le pendule élastique étudié est constitué d'un solide (S), de centre d'inertie G et de masse $m = 100\,g$, attaché à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support fixe.

Le solide (S) peut glisser sans frottement sur la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport au plan horizontal (fig.1).

On étudie le mouvement du centre d'inertie G dans le repère orthonormé $R(O,\vec{i},\vec{j})$ lié au référentiel terrestre considéré comme galiléen. On repère la position de G à un instant t par l'abscisse x sur l'axe $(O,\vec{i})$.

A l'équilibre, G est confondu avec l'origine O du repère (fig.1).

On prendra $\pi^2=10$.

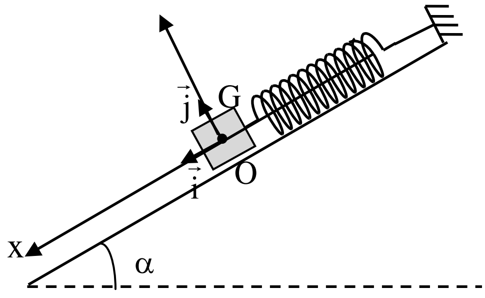


Figure1

1-Déterminer, à l'équilibre, l'expression de l'allongement

$\Delta\ell_0$ du ressort en fonction de K, m, α et de g l'intensité de la pesanteur .

2-On écarte (S) de sa position d'équilibre d'une distance X_0 dans le sens positif et on l'envoie à l'instant de date t=0 avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ telle que $\vec{V}_0 = -V_0\vec{i}$.

2.1 On choisit comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur le plan horizontal auquel appartient G à l'équilibre : $(E_{pp}(O) = 0)$ et comme référence de l'énergie potentielle élastique l'état où le ressort est allongé à l'équilibre : $(E_{pe}(O) = 0)$ .Trouver, à un instant t, l'expression de l'énergie potentielle $E_p = E_{pp} + E_{pe}$ de l'oscillateur en fonction de x et de K .

2.2- A partir de l'étude énergétique, établir l'équation différentielle régie par l'abscisse x .

2.3- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme : $x(t) = X_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$.

(T_0 étant la période propre de l'oscillateur) .

La courbe de la figure 2 représente l'évolution de l'énergie potentielle E_p de l'oscillateur en fonction du temps.

2.3.1-Trouver la valeur de la raideur K, de l'amplitude X_m et de la phase φ .

2.3.2-Par étude énergétique, trouver l'expression de V_0 en fonction de K, m et X_m

.

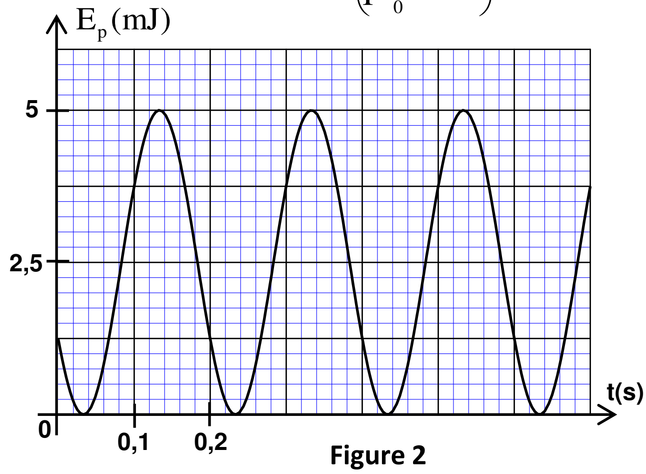
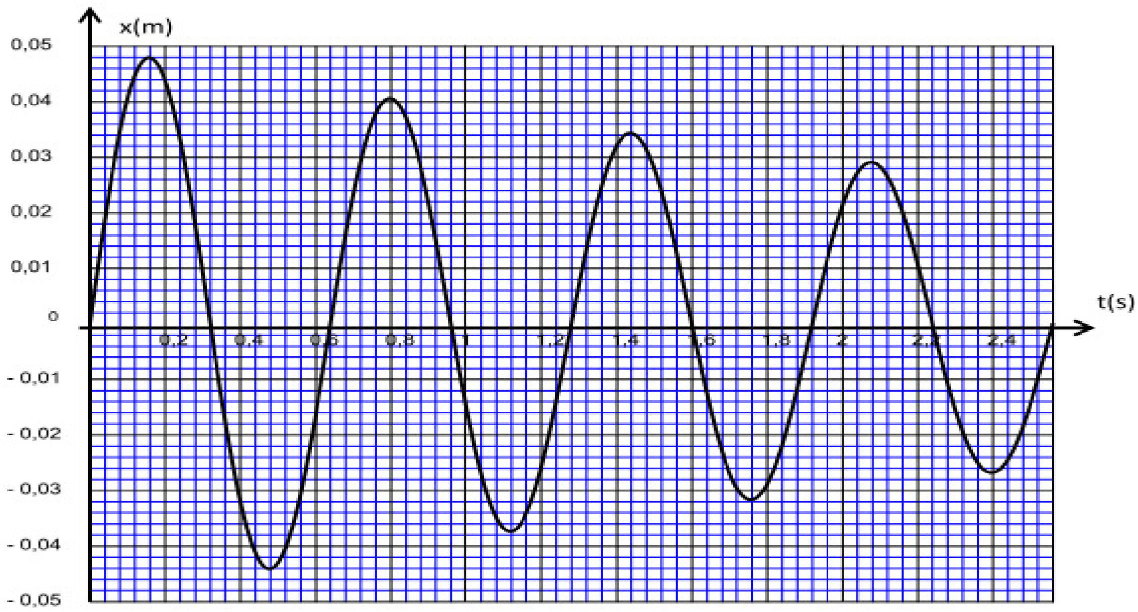


Figure 2

Partie II **Oscillations libres amorties**

L' enregistrement du mouvement de l'oscillateur (fig2) à l'aide d'un oscillateur montre que l'amplitude des oscillations varie au cours du temps.

fig2



3.1- Justifier la diminution de l'amplitude des oscillations .

3.2- La pseudo-période T dans le cas d'amortissement faible s'exprime par la relation

$T = \dfrac{T_0}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\mu.T_0}{4\pi.m}\right)^2}}$ .Déterminer ,à l'aide du graphe , le coefficient d'amortissement μ .

.