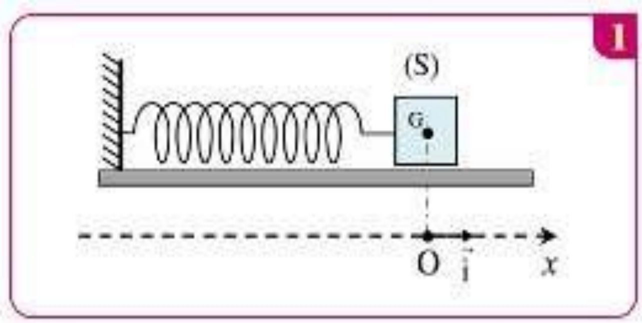
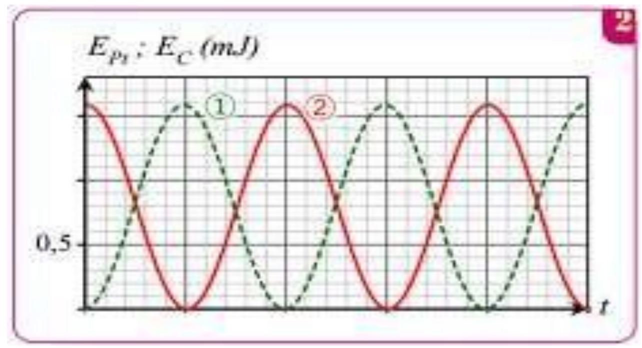
Série d''exercices : Aspects énergétiques

Exercice 1 : 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}**. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support fixe. Le corps (S) glisse sans frottement sur le plan horizontal.



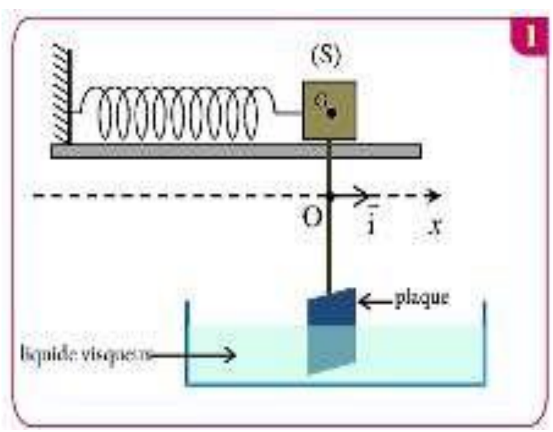


On étudie le mouvement de l'oscillateur dans le repère $(O, \vec{i})$ lié à la Terre et dont l'origine est confondue avec la position de G à l'équilibre de (S) .On repère la position de G à l'instant t par son abscisse . **(Figure1)** On écarte le corps (S) horizontalement de sa position d'équilibre dans le sens positif d'une distance $\mathbf{X_0}$ et on le libère sans vitesse initiale à l'instant pris comme origine des dates.

On choisit 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 EC cinétique et l'énergie potentielle élastique **Epe** du système oscillant en fonction du temps . (**Figure 2**).

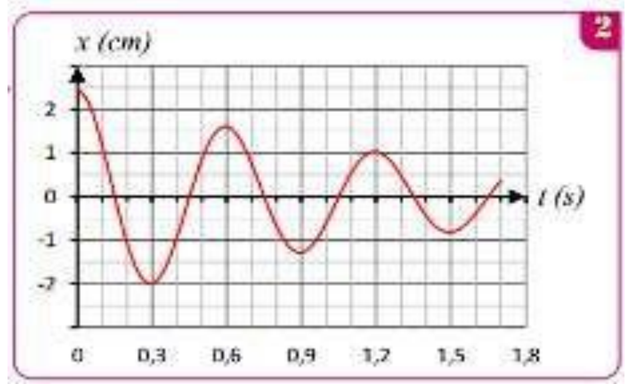
1- Indiquer parmi les courbes (1) et (2) celle qui représente les variations de l'énergie cinétique E_C. justifier.
2- Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E_m du système oscillant.
3- En déduire la valeur de la distance $\mathbf{X_0}$.
5- En utilisant la variation de l'énergie potentielle élastique du système oscillant, trouver le travail de la force de rappel $\vec{T}$ exercée par le ressort sur (S) lors du déplacement de G de la position A d'abscisse $x_A = X_0$ vers la position O.

Exercice 2 On étudie dans cette partie le mouvement d'un système oscillant { corps solide - ressort }dans une situation où les frottement fluides ne sont pas négligeables .
On considère un corps solide (S) , de masse **m** et de centre d'inertie G , fixé à l'extrémité d'un ressort de masse négligeable et à spires non jointives et de raideur **K = 20 N.m^{-1}** l'autre extrémité du ressort est fixée en A à un support fixe . A l'aide d'une tige , on fixe une plaque au corps (S) , et on plonge une partie d'elle dans un liquide visqueux comme indiqué sur **la figure 1**.



- On néglige la masse de la tige et de la plaque devant celle du corps (S) .
- On repère la position de G à l'instant par l'abscisse x sur l'axe (OX) .
- L'abscisse de G_0, position de G à l'équilibre, correspond à O, origine de l'axe (Ox)
- On étudie le mouvement de G dans un référentiel terrestre supposé galiléen.
- On choisit la position G_0 comme référence de l'énergie potentielle élastique.

Un appareil de saisie informatique a permis de tracer la courbe de variation de l'abscisse du centre d'inertie G en fonction du temps, **figure 2** A l'équilibre le ressort n' est pas déformé.et le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur. On écarte le corps (S) de la distance d de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse initiale

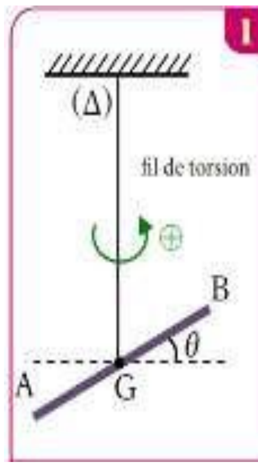


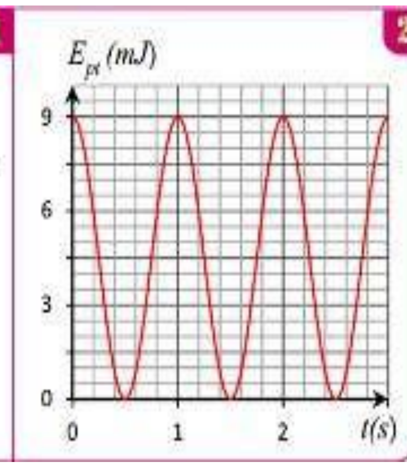
1- Quel régime des oscillations est mis en évidence par la courbe représentée sur la **figure 2**

2- En calculant la variation de l''énergie potentielle élastique de l'oscillateur entre les instants $t_0 = 0$ et $t_2 = 1{,}2s$ trouver le travail $W(\vec{F})$ de la force de rappel exercée par le ressort entre ces deux instants

3- Determiner la variation de l'énergie mécanique ΔE_m du système entre les instants t_0 et t_1 et donner une explication au résultat obtenu.

Exercice 3 On considère **un pendule de torsion** composé d'un fil d'acier vertical de constante de torsion C et d'une tige homogène AB suspendu à l'extrémité libre du fil par son centre G. (**figure1**).On note J_Δ le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe de rotation (Δ) confondu avec le fil. On fait tourner la tige AB autours de l'axe (Δ) dans le sens positif d'un angle θ_m de sa position d'équilibre , et on le libère sans vitesse initiale à l'instant pris comme origine des dates et il effectue un mouvement d'oscillatoire . On considère la position d'équilibre comme référence de l'énergie potentielle de torsion (**E_{Pt} = 0 à θ = 0**), et le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur (E_{PP}= 0)





On donne : le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe de rotation (Δ) : **J_Δ= 2,9.10^{-3}kg.m^2**.

I- on considère les frottements sont négligeables

1. Déterminer l'expression de l'énergie mécanique E_m, en fonction de , J_Δ, θ et $\dot{\theta}$.
2. En dérivant l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement du pendule de torsion.

II- La courbe de **la figure 2** représente les variations de l'énergie potentielle de torsion E_{Pt} en fonction du temps . En vous aidant de cette courbe ;

1- Déterminer l'énergie mécanique **E_m** de ce pendule et la période propre **T_0**.

2- Déterminer la constante de torsion **C** du fil métallique.

3- Trouver la valeur absolue de la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ à l'instant **t_1 = 0,5 s**.

4- Calculer le travail $W(M_c)$ du couple de torsion entre les instants **t_o = 0** et **t_1**

Exercice 4

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. (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

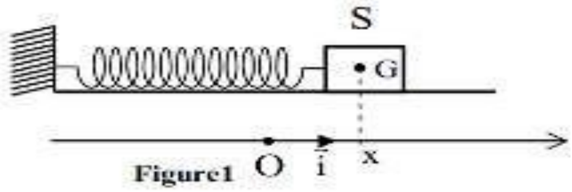


Figure1

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 $x(t) = X_m.\cos(\frac{2\pi t}{T_0} + \varphi)$.

La courbe de la figure 2 représente le diagramme des abscisses x (t).

1- En appliquant la 2ème loi de Newton, Trouver l'équation différentielle vérifier par l'abscisse x(t) .

2- Trouver l'expression de la période propre T_0 .

3- Déterminer graphiquement les valeurs de X_m , T_0 et de φ.

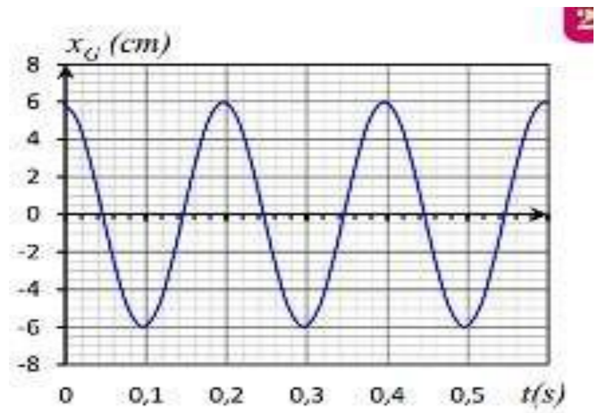
4- Calculer la valeur absolue de la vitesse $|\dot{x}|$ lorsque le corps (S) passe par sa position d'équilibre à la première fois.

5- S'assurer que la masse du corps (S) est : **m = 20 g**

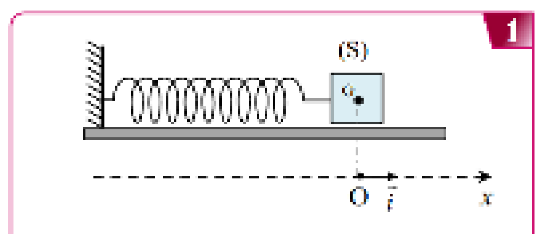
6- Calculer l'énergie mécanique E_m d'oscillateur étudié.

7- Calculer la valeur de l'énergie cinétique E_C de l'oscillateur mécanique à l'instant $t_1 = 0,1$s

8- Calculer le travail $W(\vec{T})_{A\to B}$ de la force de rappel, lorsque le corps (S) se déplace de la position $x_A = X_m$ à la position d'équilibre x_B. Et déduire ΔE_{pe}



Exercice 5 La **figure 1** représente un système mécanique formé d'un solide de **masse** $m = 100g$ et un ressort horizontal, à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k. A l'équilibre la position du centre de gravité G du solide (S) coïncide avec l'origine des abscisses O du repère $(O,\vec{i})$ lié à la terre et considéré comme galiléen.

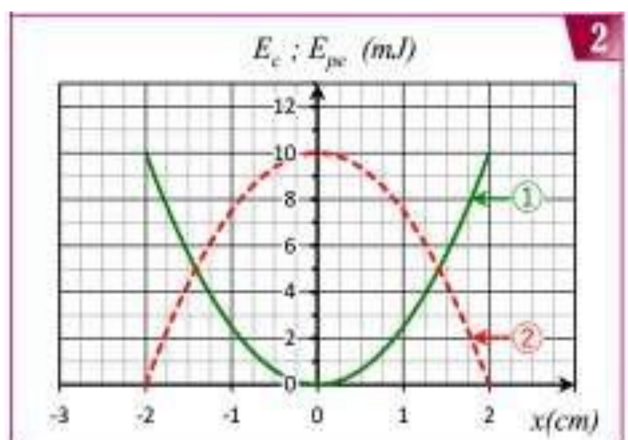


-Les frottements sont négligés.

- On écarte **(S)** de sa position d'équilibre dans le sens positif d'une distance X_M et on l'abandonne sans vitesse initiale à la date $t_o = 0$.

- On choisit le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur ($E_{pp} = 0$) , et l'état dans lequel le ressort n'est pas déformé comme référence de l'énergie potentielle élastique ($E_{pe} = 0$)

La **figure 2 représente** les diagrammes d'énergies cinétique E_c et potentielle élastique E_{Pe}en fonction de x



1- Faire correspondre à chaque courbe, en justifiant, l'énergie qui lui convient.

2- Ecrire l'expression de l'énergie mécanique en fonction de m , k , x et $\dot{x}$**.**

3- En dérivant l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement

4- En exploitant **la figure 2** déterminer :

a- l'amplitude de mouvement X_M **b-** l'énergie mécanique E_M **c-** La constante de raideur K

5- Montrer que l'expression de l'énergie cinétique s'écrit sous la forme : $E_c = \frac{1}{2}K(X_m^2 - x^2)$

6- Déduire l'expression de l'énergie mécanique en fonction k et X_M**.**

7- Déterminer la vitesse maximale du corps (S) lors de son passage la position d'équilibre dans le sens positif.

8- Trouver les abscisses x_1 et x_2 de G lorsque $E_c = 3\,E_{pe}$

9- Déterminer la valeur du travail $W(\vec{F})$ de la force de rappel du ressort exercée sur (S) au cours du déplacement de G de x_1 à x_2

***************************** **CORRECTION** *****************************