Devoir de révision n°4

PHYSIQUE:

Exercice n°1 :

Un oscillateur mécanique est constitué d'un solide **(S)** de masse **m= 0,400 kg** et de centre d'inertie **G**, attaché à l'extrémité d'un ressort **(R),** à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur **k=28,5 N.m⁻¹** (figure 1).

A l'équilibre, le centre d'inertie **G** de **(S)** coïncide avec l'origine **O** du repère **(O, $\vec{i}$)** d'axe **(x'x).**

On désigne par x l'abscisse de G à un instant de date **t**, dans le repère **(O, $\vec{i}$)** et par v la valeur de sa vitesse à cet instant.

A- Première expérience :

On écarte (S) de sa position d'équilibre vers la droite d'une distance $\mathbf{X_{1m}}$ et on le lâche sans vitesse à un instant **t =0**. La figure 2 représente la variation de l'élongation de **G** au cours du temps.

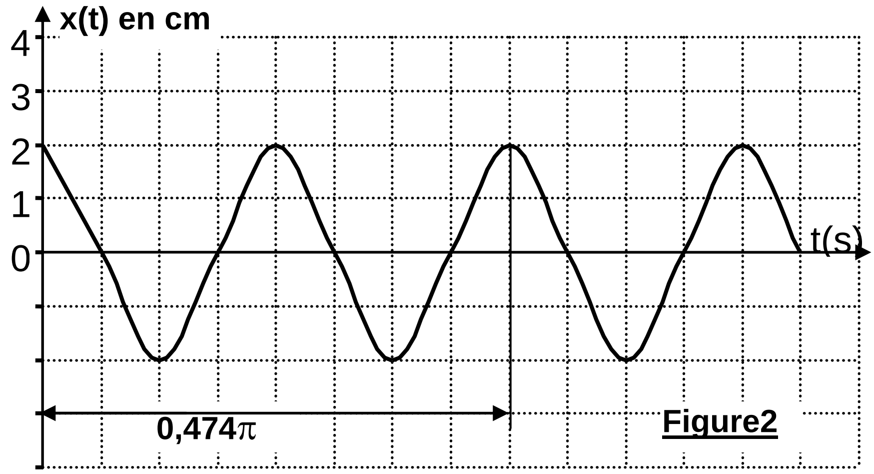


Figure2

1) Préciser la nature des oscillations du pendule élastique.

2) **a)** Etablir l'expression de l'énergie mécanique totale du système {pendule élastique} dans une position d'abscisse x quelconque.

b) Sachant que l'énergie mécanique totale du système {pendule élastique} est constante, déduire, à partir de l'expression de l'énergie E, l'équation différentielle reliant x à sa dérivée seconde par rapport au temps.

3) Vérifier que $\mathbf{x(t) = X_{1m} \sin (\omega_0 t + \varphi_1)}$ est une solution de cette équation et préciser l'expression de ω_0.

Déduire, à partir du diaphragme de la figure **2**, les valeurs de l'amplitude $\mathbf{X_{1m}}$, de la pulsation ω_0 et de la phase initiale φ_1.

B- Deuxième expérience : le solide **(S)** est soumis à une force de frottement visqueux f portée par l'axe **(x'x),** opposée au mouvement de **(S)** et telle que $\mathbf{f = -h\vec{v}}$ ou **h** est une constante positive et $\vec{v}$ le vecteur vitesse du centre d'inertie **G**.

Les oscillations de **(S)** sont entretenues à l'aide d'une force excitatrice $\vec{F} = \mathbf{F_m \sin (\omega t).}\vec{i}$ exercée par un dispositif approprié non représenté.

Ainsi, à tout instant, l'équation différentielle régissant les oscillations de **(S)** est

$m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + kx = F_m \sin \omega t$. Elle admet une solution de la forme : $\mathbf{x(t) = X_{2m} \sin (\omega t + \varphi_2)}$.

La **figure 3** représente les variations des valeurs de **x** et de **F** au cours du temps.

1) Montrer, en le justifiant, que la courbe **(c_2)** correspond à x(t).
2) En exploitant la figure 3, préciser les expressions de **x(t)** et de **F(t)** en indiquant les valeurs de $\mathbf{X_{2m}}$, φ_2, ω et $\mathbf{F_m}$.
3) a- Compléter la construction de Fresnel de la **figure 4.**
   b- A partir de cette construction retrouver la valeur de **k** et déduire celle de **h.**

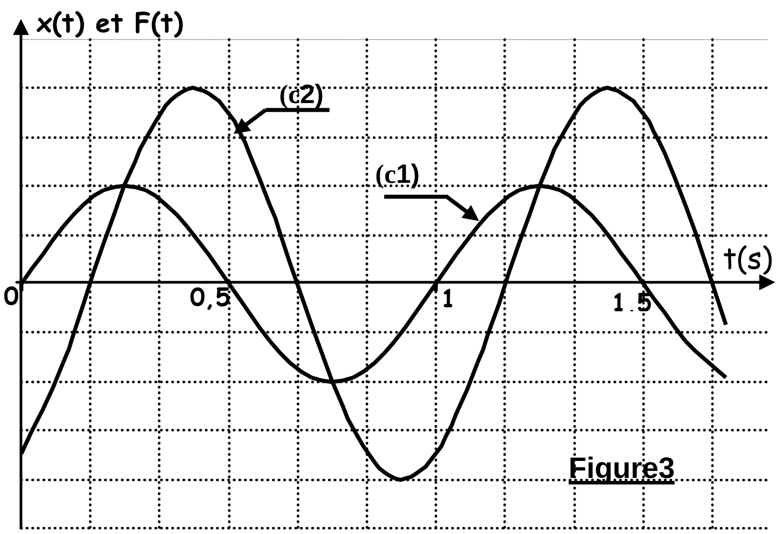
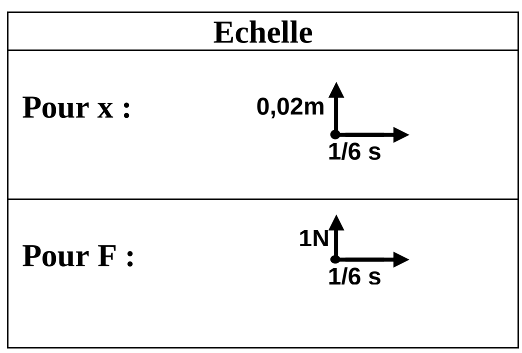
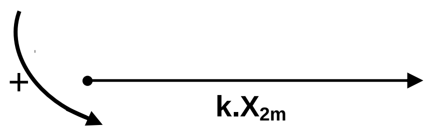


Figure3



Echelle : 1cm représente 0,5N



Exercice n°2 :

Un pendule élastique horizontal est constitué d'un ressort **R** de raideur **$k = 12\ N.m^{-1}$** dont l'une de ses extrémités est fixée et d'un solide **(S)** de masse m attaché à l'autre extrémité. Lorsque **(S)** est au repos, son centre d'inertie G occupe la position **O** origine d'un axe **x'ox** orienté vers la droite. Au cours de son mouvement, le solide (S) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$ avec **h** une constante positive et $\vec{v}$ le vecteur vitesse du solide. On écarte le solide de sa position d'équilibre d'une distance **X_m = 3 cm** puis on l'abandonne sans vitesse initiale. L'enregistrement de l'élongation en fonction du temps à permis de tracer le graphe de la figure **3 a**.

1°/ Quelle est la nature des oscillations enregistrées ?

2°/ Sachant que dans ces conditions la pseudo- période **T** peut être confondue avec la période propre **T_0** de l'oscillateur, déterminer la valeur de la masse **m** du solide **(on prendra $\pi^2 = 10$).**

3°/ a) Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide.

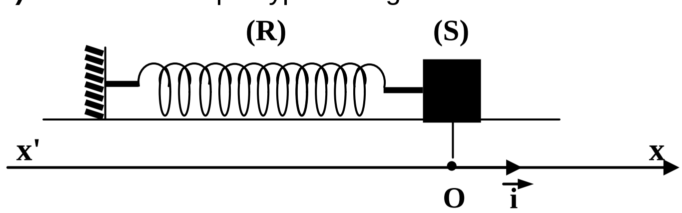
b) Montrer que l'énergie mécanique du système diminue au cours du temps. A quoi est due cette diminution ?

c) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système entre l'instant **t_1 = 0 s** et l'instant **t_2 = 2 T**.

4°/ On enregistre le mouvement du solide **(S)** pour trois valeurs différentes de h tel que **$h_1 < h_2 < h_3$,** on obtient les courbes de la figure **3 b**.

a) Donner pour chaque enregistrement la valeur de **h** correspondante.

b) Nommer chaque type de régime d'oscillation observé.



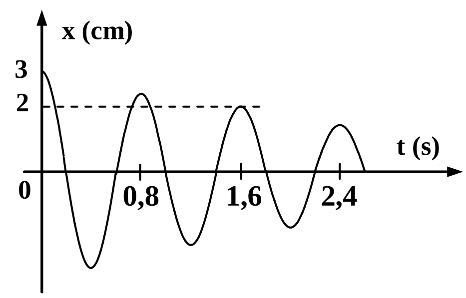


figure 3 a

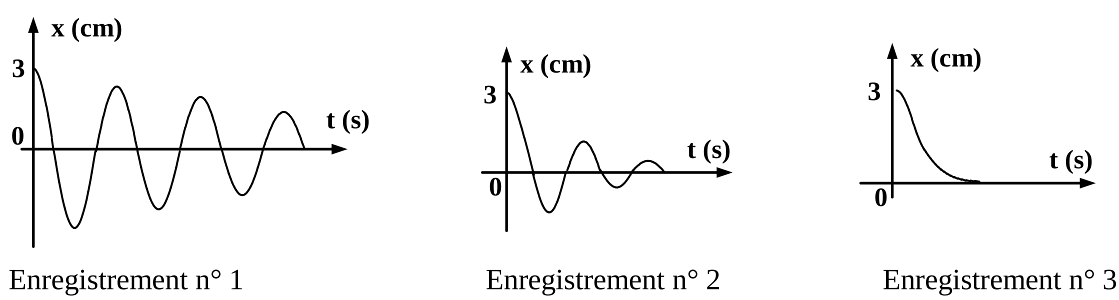


Figure 3 b

Exercice n°3 :

Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort **(R),** à spires non jointives, de masse supposée négligeable et de raideur **k=25N.m⁻¹**, lié à un solide **(S)** supposé ponctuel de masse m qui peut se déplacer sur un plan horizontal.

A l'équilibre, le centre d'inertie **G** du solide coïncide avec l'origine **O** d'un repère $(O,\vec{i})$. La position du solide à un instant t donné est repérée par son abscisse **x(t)** dans ce repère **(figure1).** Au cours de son mouvement, le solide **(S)** est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f}=-h.\vec{v}$; Où **h** est une constante positive et $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée de **G**. Un dispositif approprié (moteur) permet d'exercer sur **(S)** une force excitatrice

$\vec{F}(t)=F_m.\sin(2\pi Nt).\vec{i}$, d'amplitude F_m constante et de fréquence N réglable, de façon que $x(t)=X_m.\sin(2\pi Nt+\varphi_x)$; où X_m est l'amplitude et φ_x est la phase initiale de **x(t).**

1) Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes **(a)** et **(b),** données par la **figure2**, dont l'une représente l'évolution de l'élongation **x(t)** et l'autre celle de **F(t).**

a) Justifier que la courbe **(a)** correspond à **x(t).**

b) Déterminer les valeurs de X_m, F_m et **N**.

c) Déterminer le déphasage $\Delta\varphi=\varphi_F-\varphi_x$; où φ_F est la phase initiale de $\vec{F}(t)$.

2) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie **G** du solide **(S),** en fonction de **x** et ses dérivés première et seconde.

3) **a-** Faire la construction de Fresnel associée à l'équation différentielle précédente.

b- En déduire les valeurs da la constante **h** et de la masse **m.**

c- Montrer que $X_m=\dfrac{F_m}{\sqrt{(2\pi Nh)^2+(k-4\pi^2N^2m)^2}}$

4) Pour une valeur N_1 de la fréquence **N**, le déphasage est $\Delta\varphi=\varphi_F-\varphi_x=\frac{\pi}{2}$**rad.**

a- En se référant à une analogie formelle électrique-mécanique, montrer que l'oscillateur est en etat de résonance de vitesse.

b- En déduire la valeur de N_1.

5) La masse **m** ne peut rester solidaire du ressort que pour une valeur de la tension du ressort ne dépassant pas **1,5N**. On fait diminuer la valeur de **h** jusqu' à atteindre la valeur $h_2=0,8N.m^{-1}s$. La résonance d'élongation est obtenue pour une fréquence $N_2=2,35Hz$.

a- Déterminer la valeur de l'allongement maximale X_{2m} du ressort pour $N=N_2$.

b- Préciser, en le justifiant, si le solide reste attaché au ressort, dans ce cas.

Figure1

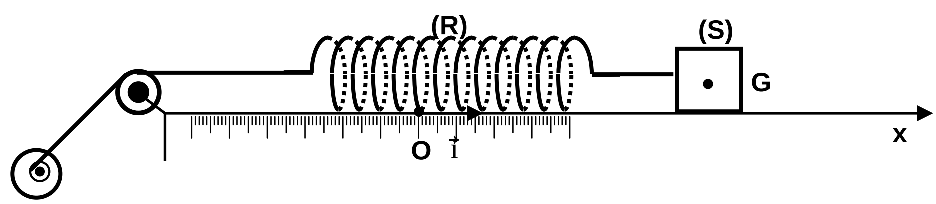


Figure 2