Lycée SBIKHA

Classe : 4Technique

SERIE N°6

2015/2016

SCIENCES PHYSIQUES

Proposé par: AMAMOU-M.S

PHYSIQUE

Exercice N°1 Oscillations mécaniques libres

A/ On considère le dispositif de la figure-1 formé par un corps solide (C) de masse ***m= 0,2kg*** liée à l'extrémité libre A d'un ressort horizontal ® de raideur ***K= 20N.m^{-1}***.

On suppose que le corps © est soumise à une force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h.\vec{v}$ où h est une constante positive et $\vec{v}$ la vitesse du corps à l'instant ***t***.

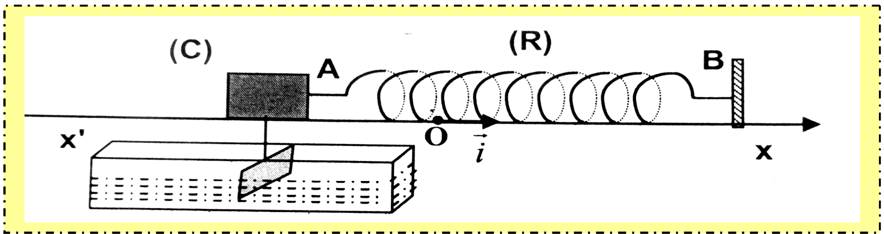


Figure-1

On écarte le corps © de sa position d'équilibre puis on le lâche à un instant de date ***t=0s***.

1) Etablir l'équation différentielle vérifiée par ***x(t).***
2) Donner l'expression de l'énergie totale E du système {©, ®} en fonction de ***m***, ***K***, ***x*** et ***v***.
3) Montrer que cette énergie ne se conserve pas ;
4) La courbe de la ***figure-2*** représente l'évolution de l'élongation ***x*** en fonction du temps.

a- Sachant que l'intensité des frottements auxquels est soumis le corps © est telle que la valeur de sa pseudo période ***T*** peut-être assimilée à celle de sa période propre ***T_0***.

Déterminer ***T***.

b- déterminer la variation d'énergie mécanique du système entre les dates ***t_1*** et ***t_2*** indiquées sur la ***figure-2***.

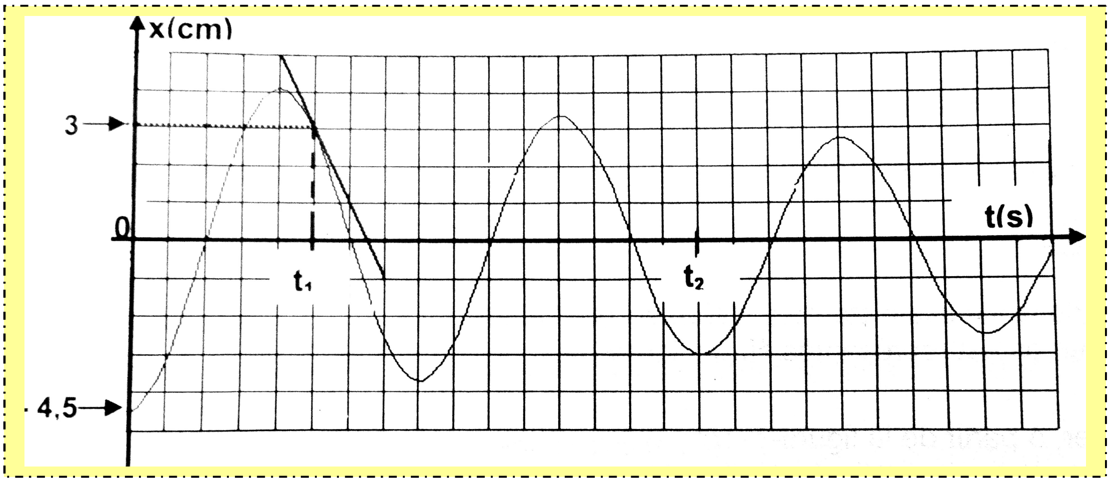


Figure-2

B/ Le corps © est maintenant susceptible de se déplacer sur le plan horizontal suivant la direction ***x'x*** sans frottement.

A l'équilibre le centre d'inertie du corps © coïncide avec ***O***, origine du repère (***O,i***), (***Figure-3***)

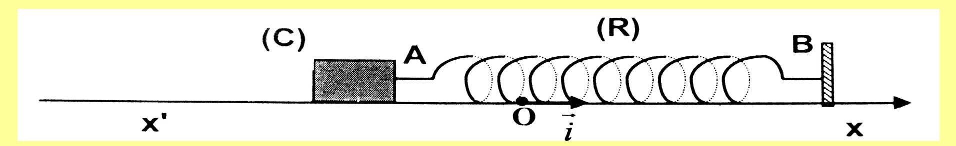


Figure-3

Ecarter de sa position d'équilibre, puis libérer à lui-même, le corps © se met à osciller. A un instant de date, ***t***, le centre d'inertie du corps passe par la position d'abscisse ***x*** avec la vitesse ***v*** relativement au repère (***O,i***).

1) L'équation différentielle vérifiée par le variable ***x(t)*** est : $m.\frac{d^2x}{dt^2} + K.x = 0$.

Vérifier que cette équation différentielle admet comme solution : $x(t) = X_m.Sin(\omega_0.t + \varphi_x)$ avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$.

2) Un dispositif, non représenté, a donné la courbe de la ***Figure-4*** représentant l'évolution de l'élongation ***x*** en fonction du temps.

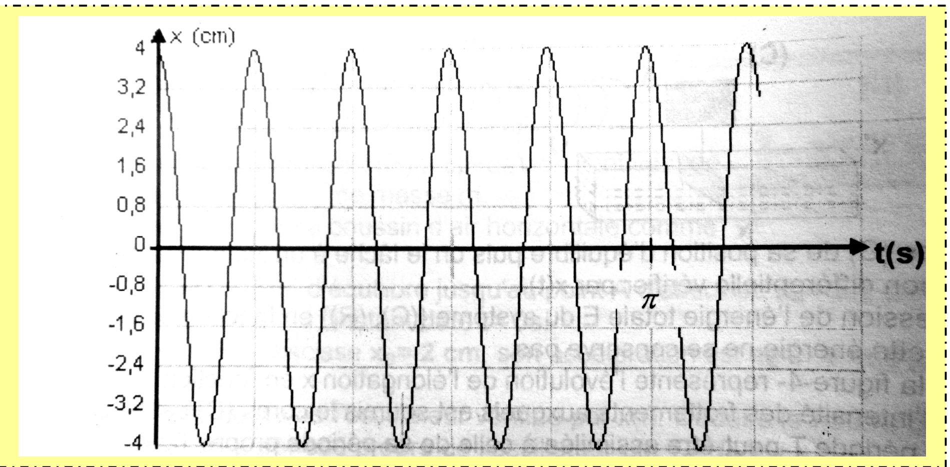


Figure-4

a- Etablir l'équation horaire ***x(t).***
b- Déduire l'expression de la vitesse instantanée ***v(t).***
c- montrer qu'a chaque instant, ***x*** et ***v*** vérifient la relation : $625.x^2 + 6,25.v^2 = 1$.
d- Déduire la valeur de la vitesse à l'instant du premier passage du centre d'inertie du corps par la position d'abscisse $x = (X_m/2)$.
3) Déduire que l'énergie mécanique E du système {©, ®} est constante. Calculer sa valeur.

Exercice N°2

Les frottements sont négligeables ;
On considère le pendule élastique de la ***Figure-5*** ;
On écarte le solide (***S***) de sa position d'équilibre ***O*** pris comme origine du repère (***O,i***) et on l'abandonne à l'instant de date ***t=0s*** de la position d'abscisse x_0 avec une vitesse v_0.
A un instant de date ***t*** quelconque la position du solide supposé ponctuel est repérée par son abscisse ***x*** relativement au repère (***O,i***).

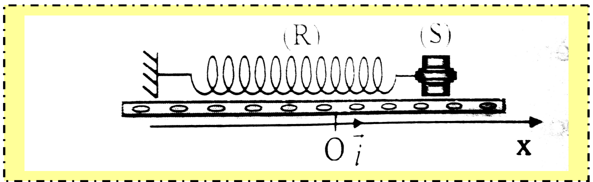


Figure-5

1) Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide (***S***) vérifiée par le variable ***x***.
2) l'enregistrement graphique de ***x(t)*** a fourni le graphe de la ***Figure-6***,
a- En utilisant le graphe de la ***Figure-6***, déterminer l'équation horaire ***x(t)*** du mouvement de (***S***).
b- Déterminer l'expression de la vitesse instantanée ***v(t).***

c- Déterminer la valeur algébrique v_0 de la vitesse à la date $t= 0s$.

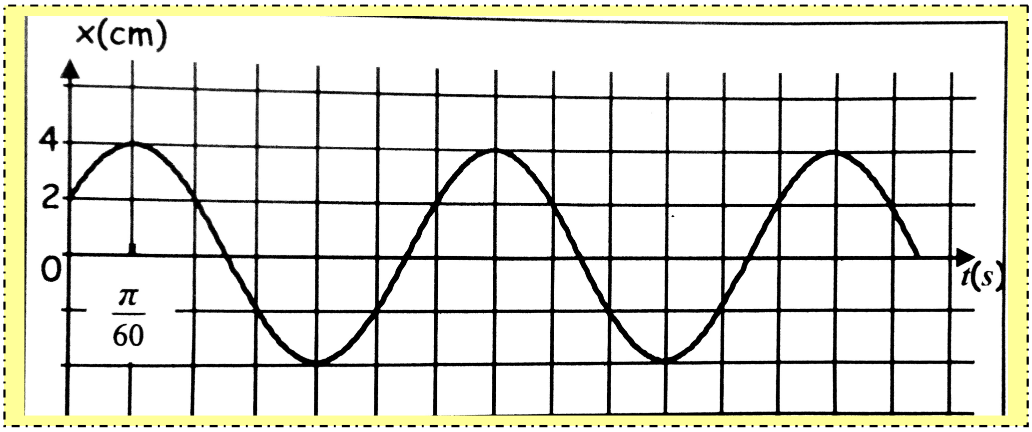


Figure-6

3)

a- exprimer pour une position quelconque d'abscisse x, l'énergie mécanique E du système (***Solide, ressort***) en fonction de m, K, x et v.

b- En utilisant les équations horaires de x et v, montrer que l'énergie E du même système est constante.

c- Sachant que ***E= 3,2.10-2 J***, calculer la constante de raideur K du ressort et la masse m du solide.

4)

a- Représenter sur le même système d'axes l'énergie mécanique E, l'énergie cinétique E_c et l'énergie potentielle E_p du système (***S+T***) en fonction de v.

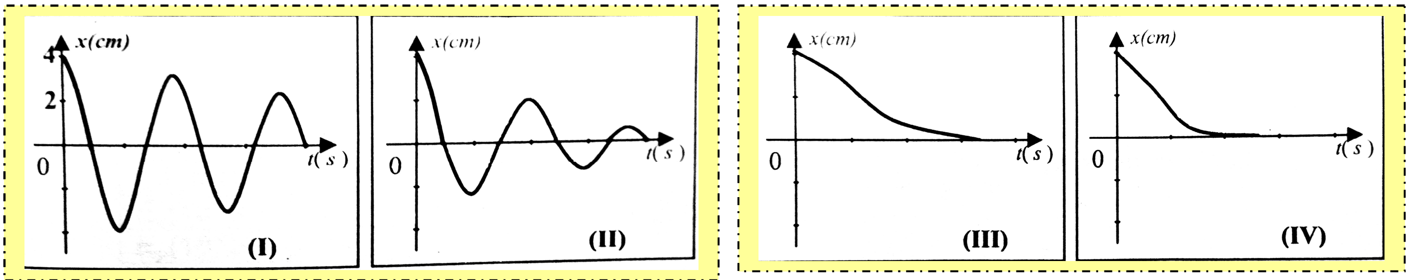
b- Déterminer les abscisses x et la vitesse v correspondantes pour que $E_c = E_p$.

5) En réalité les forces de frottements sont équivalentes à une force unique $\vec{f} = -h.\vec{v}$ où h est une constante positive.

a- Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide (***S***).

b- montrer que l'énergie mécanique de l'oscillateur diminue au cours du temps.

c- On donne ci-dessous, dans un ordre quelconque et à la même échelle, les variations de $x(t)$ obtenues en répétant l'expérience quatre fois de suite pour quatre valeurs différentes de h telles que $h_1 < h_2 < h_3 < h_4$.



* A quelle valeur h_i($i=1, 2, 3, 4$) correspond chaque diagramme.

* Comment peut-on nommer les différents types de mouvements observés sachant que l'un des diagrammes, que l'on précisera, correspond au retour le plus rapide du solide vers son état d'équilibre.

d- En se servant de l'enregistrement (I), déterminer l'énergie perdue pendant la première oscillation.

Exercice N°3 Oscillations mécaniques forcées

Un solide (S) de masse $m= 0,2\ kg$ est lié à un ressort horizontal de constante de raideur $K=30N.m^{-1}$

1) Le solide (S) est soumis à une force de frottement $\vec{f} = -2{,}41.\vec{V}$ et à une force excitatrice ***F*** horizontale tel que $F(t) = 1{,}2.Sin(\omega_1 t + \varphi_F)$. Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur avec le variable ***x***.

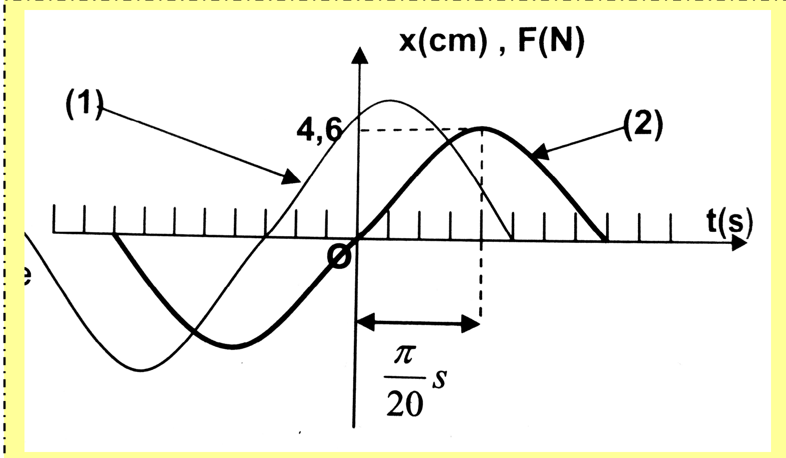
2) On donne les courbes ***x(t)*** et ***F(t).***

a- Identifier les deux courbes (1) et (2). Justifier ?

b- Déduire de la courbe la valeur de ω_1. Comparer ω_1 avec la pulsation propre ω_0.

c- Déduire l'équation horaire ***x(t)*** du mouvement.

d- Calculer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x$.



3) pour une valeur ω_2, l'amplitude V_m de la vitesse prend sa valeur maximale.

a- Qu'appelle-t-on le phénomène qui s'établit ? Comparer ω_1 et ω_2.

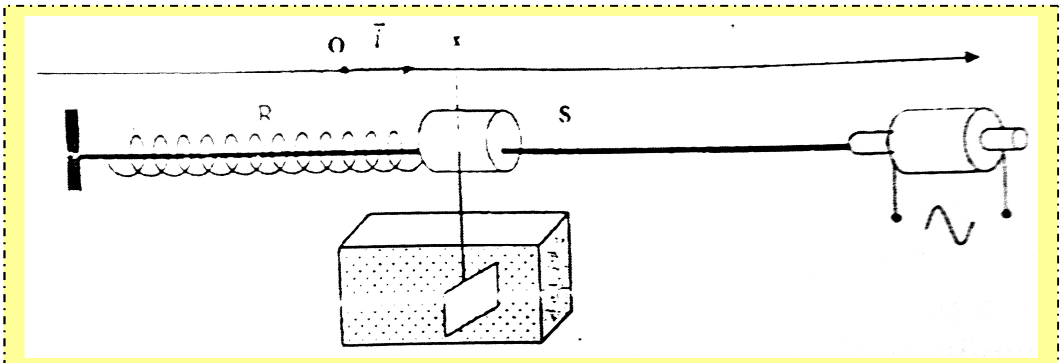
b- Exprimer l'énergie mécanique ***E*** de l'oscillateur en fonction de ***K, m, x et v***.

c- Montrer que l'énergie ***E*** est constante. Calculer sa valeur.

Exercice N°4

Le dispositif de la ***Figure ci-dessous*** permet d'étudier expérimentalement les oscillations horizontales forcées d'un pendule élastique. Le ressort ® de masse négligeable, à spires non jointives est de raideur ***K***. Le solide (***S***) de masse m est attaché à Tune des extrémités de ®. L'autre extrémité est fixée. Le solide peut coulisser sur la tige sans frottement mais subit au cours des oscillations un frottement visqueux exercée par un amortisseur constitué d'une plaque (***P***) de masse négligeable se déplaçant dans un liquide. Le mouvement du solide est étudié par rapport au repère (***O, i)***, O étant la position de son centre d'inertie lorsqu'il est au repos. On notera ***x*** et $v = \frac{dx}{dt}$ l'élongation et la vitesse du solide à une date t quelconque au cours des oscillations.

Un électroaimant exerce sur (***S***) une force excitatrice $\vec{F} = F(t).\vec{i}$ avec $F(t) = F_m.Sin(\omega.t)$ de façon que Fm reste constante même si on modifie la fréquence excitatrice, la force de frottement visqueux est : $\vec{f} = h.v.\vec{i}$ avec ***h*** le coefficient de frottement visqueux. L'équation horaire du mouvement de (***S***) est ainsi : $x(t) = X_m.Sin(\omega.t + \varphi_x)$.



1) L'étude expérimentale de l'amplitude ***X_m=f(ω)*** a conduit à la courbe ci-dessous. Nommer le phénomène spécifique à la pulsation ω_r.

2) Soit un dipôle ***RLC*** constitué :

* D'un condensateur de capacité ***C= 20µF.***

* d'une bobine purement inductive d'inductance ***L= 0,25H***

* d'un résistor de résistance ***R***.

On rappelle que : $Q_m = \dfrac{U_m}{\sqrt{R^2.\omega^2 + \left(L.\omega^2 - \dfrac{1}{C}\right)^2}}$

Déterminer la valeur de R sachant que la fréquence de résonance de charge est N_r***= 70,6 Hz***.

3) On donne ***: K= 14,4 N.m***$^{-1}$***, m= 0,1kg, Fm = 0,4N et h= 0,7 kg.s***$^{-1}$***.***

On rappelle que

a- Montrer, par analogie électrique – mécanique, que : $X_m = \dfrac{F_m}{\sqrt{h^2\omega^2 + \left(m.\omega^2 - K\right)^2}}$.

b- Montrer que : $\omega_r = \sqrt{\dfrac{K}{m} - \dfrac{h^2}{2.m^2}}$ puis calculer sa valeur.

c- Préciser comment varient X_{mr} et ω si on augmente la surface de la plaque (***P***).

d- Montrer qu'a partir d'une valeur limite h_0 que l'on déterminer le phénomène spécifique à la pulsation ω_r n'est plus réalisable.