Bienvenue !

Visiter

“Physique Fine enjah “

sur youtube

Pour plus comprendre le cours

- *Force moyenne :*

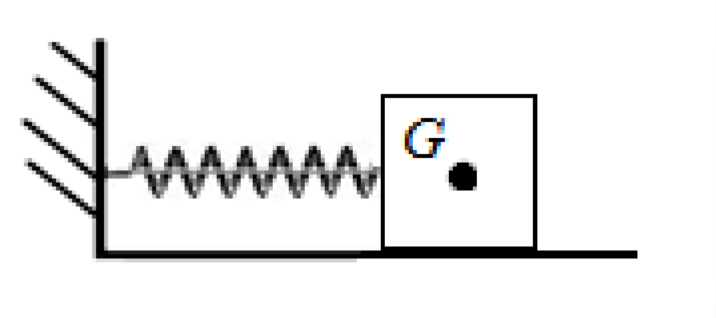
On sait que , $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ *, Force instantannée .*

Alors que , si on veut détérminer la force moyenne entre deux instant , on dit :

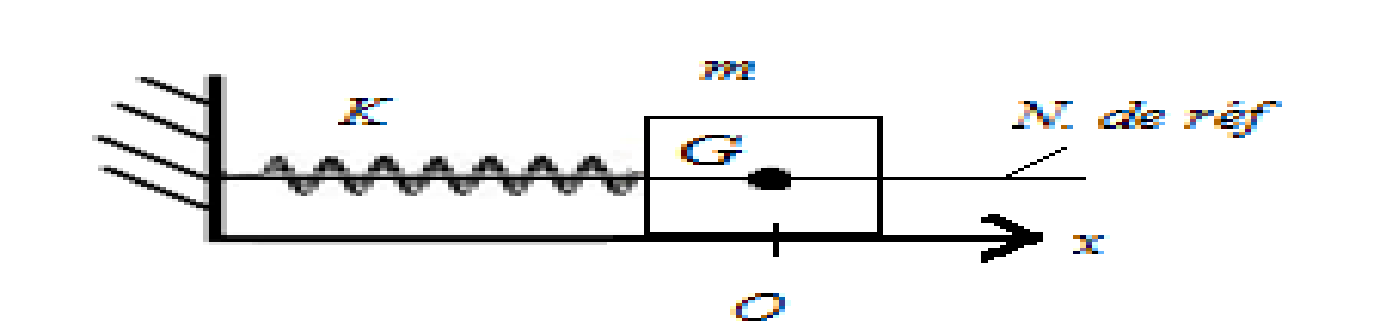
$$\overrightarrow{F_{moy}} = \frac{\Delta\,\vec{P}}{\Delta\,t} = \frac{\overrightarrow{P_F} - \overrightarrow{P_I}}{t_F - t_I} = \frac{m\,\Delta\,\vec{V}}{\Delta\,t} = m\,\vec{a}_m$$

$$On\ supposons\ que\ m\ est\ constante$$

Les pendules élastiques



Khaled Soubra - Terminal



- *Avant de commencer , l'idée important dans l'étude énérgétique du pendule élastique situé dans un plan horizantale comme le montre la figure est de prendre le plan horizantale comme niveau de référence de l'énérgie potentielle de pesanteur .*

- *Mais pourquoi ??*

Car le mouvement va être dans le plan horizantale , et parsuite , l'E_{PP} s'annule durant tout le mouvement .

Rq: l'E_{PP} s'annule durant le mouvement du pendule élastique horizantale , sera se diffère , si le pendule est placée dans le plan verticale .

- *Rq à propos du système choisit :*

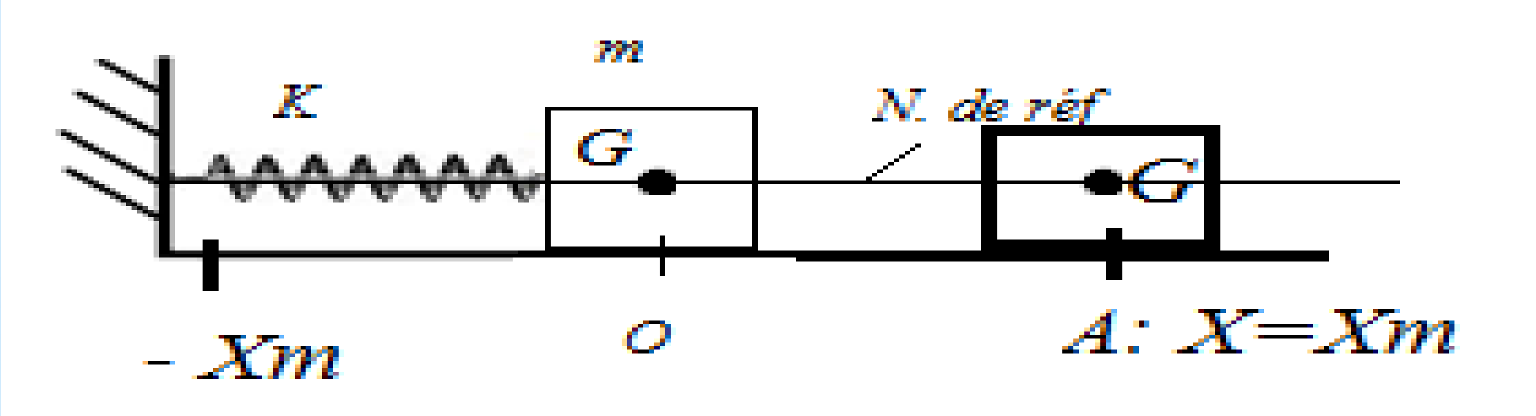
- ✓ *Etude énérgétique sys: { Corps , ressort , terre } , ou , on dit sys: { pendule élastique , terre }*

- ✓ *Etude dynamique sys : { Corps } , pourque la tension du ressort être une force éxtérieur au système ,*

Et au props du poids , on n'inclus pas la terre , pour que dans l'étude dynamique du pendule élastique , le poids reste une force éxtérieur au système .

Mouvement:

On déplace le solide (bloc de masse m) , d'une distance X_m , et on le lâche sans vitesse initiale , le solide effectue ainsi des oscillations libres non amorties , d'amplitudes X_m , et de période propre T_0 .



À une instant t , la position de G (centre de masse du bloc) , est à une position x tel que $-X_m \leq x \leq +X_m$, et avec une vitesse V .

- *Etude théorique :*

1. *Expréssion de l'énérgie mécanique :*

Sys : {pendule élastique , terre } , ou { Bloc , ressort , terre }

$$E_m = E_C + E_{PP} + E_{Pe} = \frac{1}{2}mV^2 + 0 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2 .$$

- *Pour des oscillations libres non – amorties , c.à . d , pas d'amortissement , càd , x_m ne diminue pas avec le temps , alors pas d'éxistence des forces de frottement , alors système énérgétiquement isolé , alors conservation de l'énérgie mécanique du système , et parsuite , $E_{m(t)} = E_{m(x=x_m)}$*

Mais , par hypothèse , pour $x = x_m$,$V_0 = 0$ (point A) ,alors :

$E_{m(A)} = 0 + \frac{1}{2}k{x_m}^2 = \frac{1}{2}k{x_m}^2$ *, et alors* $E_{m(t)} = \frac{1}{2}k{x_m}^2$ *comme valeur .*

Et celà pour un système énérgétiquement isolé .

2. <u>Equation différentielle du mouvement :</u>

<u>Rappel</u>: Une équation différentielle , est une équation dont il y a la dérivé d'une fonction en relation avec la fonction , ou égal à une valeur ... (voir ci – après) .

➢ $\overrightarrow{f_r} = \vec{0} \Rightarrow E_m = constante \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0$ *, Alors :*
$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2\right) = 0$,
on dérive l'éxpréssion et n'ont pas la valeur $\frac{1}{2}k{x_m}^2$ *!*

Alors $\frac{1}{2}m2VV' + \frac{1}{2}k2xx' = 0 \Rightarrow mx'x'' + kxx' = 0$ $(x' = V$ *, et* $x'' = a)$,
On simplifie par V , pour obtenir , $mx'' + kx = 0$

$\Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0$ *, C'est une équation différentielle du seconde ordre ,*

de la forme $x'' + {\omega_0}^2 x = 0$ *, avec* ${\omega_0}^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ *, et de*

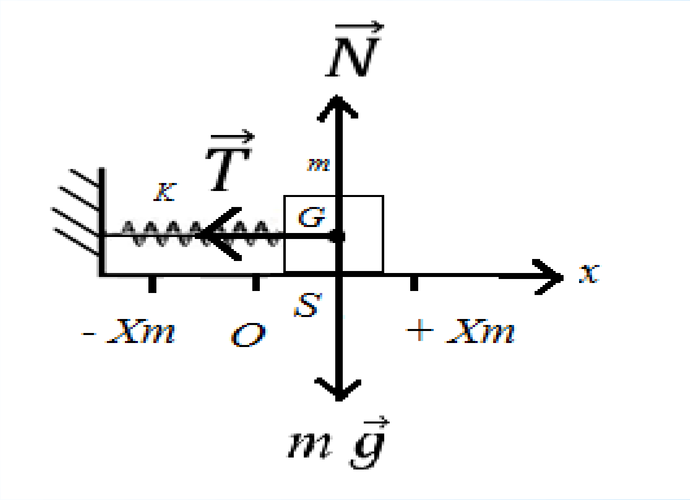
période propre $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

✓ ω_0 *est appelée pulsation propre .*

- *La solution de cette équation différentielle est :*

✓ $x = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$, ou $x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} rd/s.$

3. *Deuxième loi de Newton:*



Sys: { Bloc } , mouvement de translation

$\Rightarrow \sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$

À une instant t , G est au point S d'abscisse x et avec une vitesse V , les forces agissant au bloc sont:

- *Poids :* $m\vec{g}$,
- *La tension du ressort :* $\vec{T}$,
- *La réaction normale du support* $\vec{N}$.

Alors $m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ *, et par projection selon x , ou la deuxième méthode , on prend les modules des forces comme des grandeurs algébriques selon l'axe des x de vecteur unitaire* $\vec{\imath}$ *:*

$0\,\vec{\imath} + 0\,\vec{\imath} - T\,\vec{\imath} = mx''\,\vec{\imath}$,

- ✓ *car le poids et la réaction du support sont perpendiculaire à l'axe des x , et la tension T est de sens opposé au mouvement .*

- ➢ *D'après la loi de Hook :* $T = kx$ *, après simplifié par* $\vec{\imath}$ *,*

On obtient : $-kx = mx'' \Rightarrow mx'' + kx = 0 \Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0$

C'est la même équation différentielle que dans l'étude énérgétique .

- <u>*Relations entre V et x indépendante du temps (méthode 2)*</u>

$E_m = \frac{1}{2} k {x_m}^2$ *, (déjà démontré si E_m est conservé)*

D'autre part : $E_m = E_C + E_{Pe} \Rightarrow E_C = E_m - E_{Pe} = \frac{1}{2} k {x_m}^2 - \frac{1}{2} k x^2$

Alors $E_C = \frac{1}{2} k ({x_m}^2 - x^2)$ *.*

- ✓ <u>*Rq:*</u> *On déduit que :* $\frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} k ({x_m}^2 - x^2) \Rightarrow V^2 = \frac{k}{m} ({x_m}^2 - x^2)$

Mais ${\omega_0}^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow V = \pm \omega_0 \sqrt{{x_m}^2 - x^2}$ *, c'est une autre méthode de détérminer une relation indépendante entre V et x indépendante du temps , autre que dans l'étude des fonctions trigonométriques ,*

- *On rappelle de sa :*

- ***Relation indépendantes du temps entre V et x :***
- *Pour les deux fonctions trigonométriques , le même résultat .*

$x = x_m \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow V = x_m \omega \cos(\omega t + \varphi)$,

- *On sait que* $\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2 = 1$

Içi $\alpha = \omega t + \varphi$ *, alors :*

$$(\sin(\omega t + \varphi))^2 + (\cos(\omega t + \varphi))^2 = \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + \left(\frac{V}{x_m \omega}\right)^2 = 1 ,$$

Donc : $\frac{x^2 \omega^2 + V^2}{x_m{}^2 \omega^2} = 1 \Rightarrow x^2 \omega^2 + V^2 = x_m{}^2 \omega^2 \Rightarrow V^2 = \omega^2 (x_m{}^2 - x^2)$

Donc: $V = \pm \omega \sqrt{x_m{}^2 - x^2}$.

- $x = 0 \Rightarrow V = \pm x_m \omega = \pm V_m$,
- $x = \pm x_m \Rightarrow V = 0$.

- *Très importantes .*

- *Graphe des énérgies :*

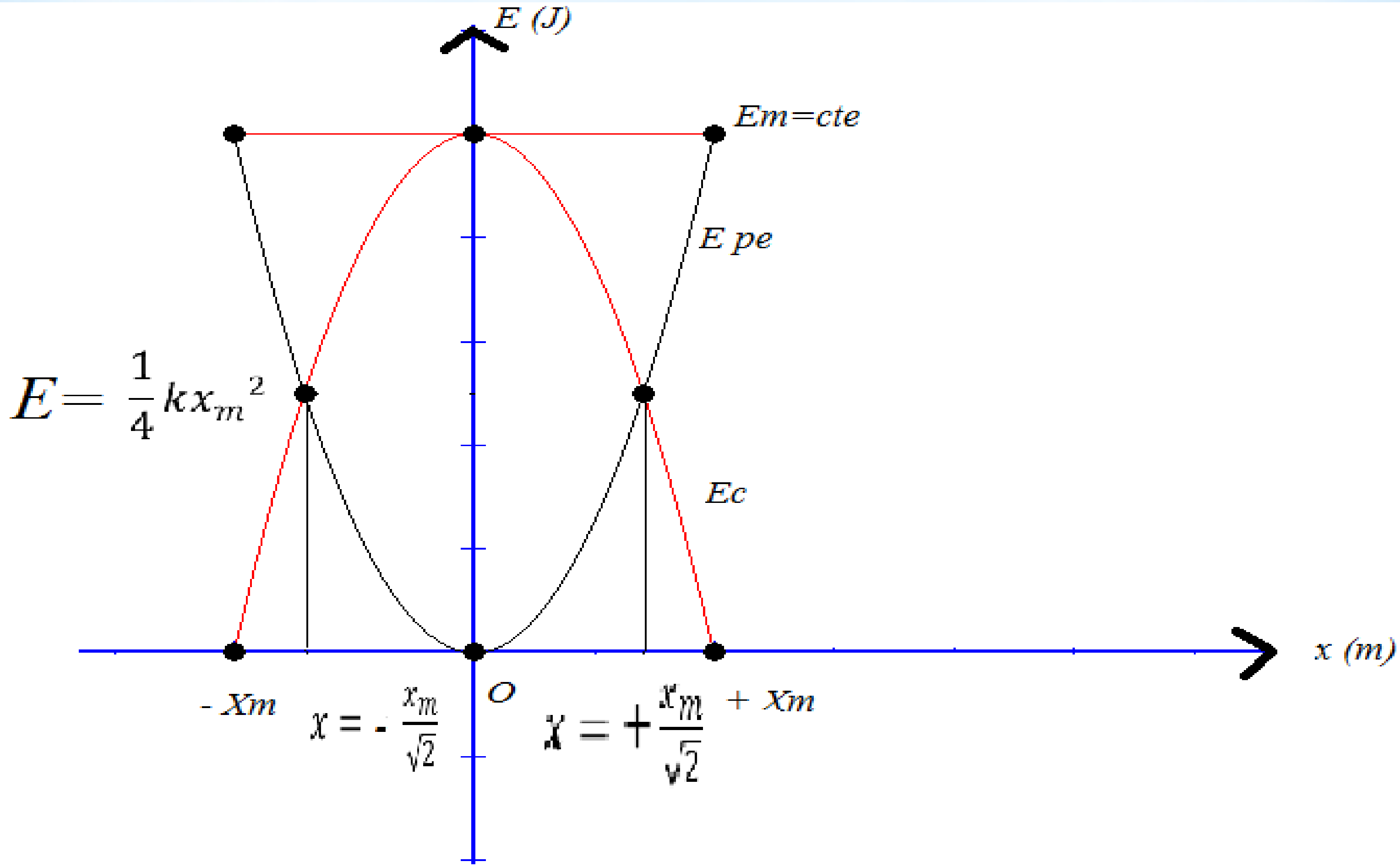
- $E_{Pe} = \frac{1}{2}kx^2$, $\begin{cases} x = 0 \Rightarrow E_{Pe} = 0 \\ x = +x_m \Rightarrow E_{Pe} = \frac{1}{2}k{x_m}^2 \\ x = -x_m \Rightarrow E_{Pe} = \frac{1}{2}k{x_m}^2 \end{cases}$

- $E_C = \frac{1}{2}k({x_m}^2 - x^2)$, $\begin{cases} x = 0 \Rightarrow E_C = \frac{1}{2}k{x_m}^2 \\ x = +x_m \Rightarrow E_C = 0 \\ x = -x_m \Rightarrow E_C = 0 \end{cases}$

- Position lorsque $E_C = E_{Pe} = \frac{E_m}{2} = \frac{1}{4}k{x_m}^2$,
- *càd :* $\frac{1}{2}k({x_m}^2 - x^2) = \frac{1}{2}kx^2$,

Simplifier par : $\frac{1}{2}k$ *, pour obtenir :*

$${x_m}^2 - x^2 = x^2 \Rightarrow 2x^2 = {x_m}^2 \Rightarrow x^2 = \frac{{x_m}^2}{2} \Rightarrow x = \pm\frac{x_m}{\sqrt{2}} .$$


E (J)
Em=cte
E pe
$E = \frac{1}{4} k x_m{}^2$
Ec
x (m)
- Xm
$x = -\frac{x_m}{\sqrt{2}}$
O
$x = +\frac{x_m}{\sqrt{2}}$
+ Xm

- *Quelques remarques:*

- *Les formes des énérgies cinétique et potentielle élastique dans le cas précédent est parabolique .*

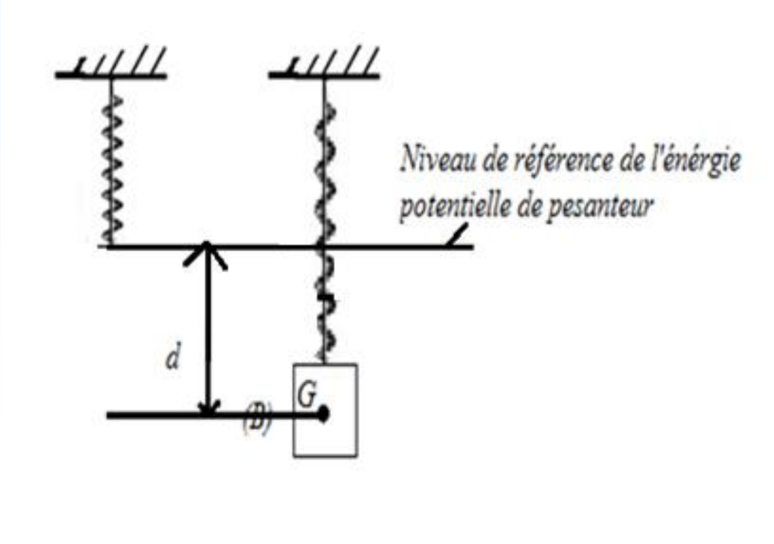
- *Ce type de mouvement lorsque l'énérgie mécanique est consérvé $\overrightarrow{f_r} = \vec{0}$ est appelée :*

- *Mouvement harmonique simple (Le nom le plus utilisé) ,*
- *Mouvement rectiligne sinusoïdale (Nom ancienne) ,*

- *Type des oscillations associé à notre cas :*
- *Oscillations libres non –amorties .*

- *Nature du régime dans notre cas :*
- *Régime libre non – amortie , ou régime des oscillations libres non amorties .*

➢ <u>*Problème fondamentale :*</u>



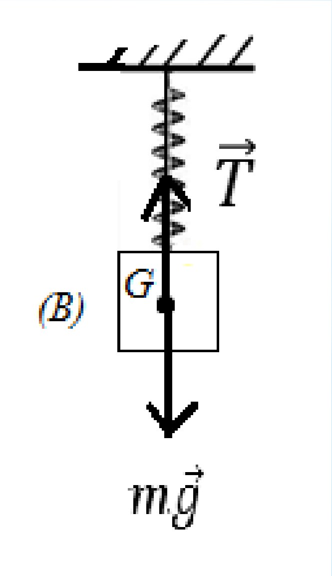
- ✓ *Un oscillateur mécanique verticale , est constitué d'un ressort de masse négligeable , et de constante de raideur k , suspendu à un support de son extremité supérieur , l'autre extrémité est attaché à un bloc (B) de centre de masse G , et de masse m=0.5 kg .*
- ✓ *On néglige tout force de frottement .*
- ✓ *La longueur à vide du ressort est* $l_0 = 20cm$ *,* *et* $d = \Delta l = 5cm$ *.*

1. *Détérminer la constante de raideur k du ressort .*

- ✓ *Sys : { Bloc } ,* $\sum \overrightarrow{Fext} = \vec{0}$ *(Au point d'équilibre) ,*

$$m\vec{g} + \vec{T} = \vec{0}$$

$$Proj\ (\uparrow),\ T - mg = 0 \Rightarrow T = mg$$



Alors $k\ d = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{d} = \frac{0.5\times 10}{5\times 10^{-2}} \Rightarrow k = 100N/m$.

2. *On tire (B) verticalement vers le bas d'une distance* $0.1m$, *à partir de sa position d'équilibre , et on le lâche sans vitesse initiale à l'instant* $t_0 = 0$.

- *Etablir l'équation différentielle du mouvement du bloc (B) .*

  - ✓ *<u>Sol:</u> Sys : { Pendule élastique , terre } ,*

$$E_m = E_C + E_{PP} + E_{Pe} = \frac{1}{2}mV^2 + mg(-(d+x)) + \frac{1}{2}k(d+x)^2 \ ,$$

$$\overrightarrow{f_r} = \vec{0} \Rightarrow E_m = cst \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \ ,$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m2VV' - (mgd)' - (mgx)' + \frac{1}{2}k2x'(d+x) = 0$$

$$\Rightarrow mx'x'' - mgx' + kx'd + kxx' = 0$$ *, simplifier par x' ,*

$$\Rightarrow mx'' - mg + kd + kx = 0$$ *, or ,* $kd - mg = 0$ *, donc*

$$mx'' + kx = 0 \Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0 \ .$$

3. La solution de cette équation différentielle est sous forme , $x = x_m sin(\omega_0 t + \varphi)$ détérminer x_m , ω_0 , φ et la période propre T_0 .

✓ <u>Sol:</u> C'est une équation différentielle du second ordre , et de la forme : $x'' + {\omega_0}^2 x = 0$ de période propre $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$,

Mais , $x = x_m sin(\omega_0 t + \varphi)$, alors $x' = x_m \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\Rightarrow x'' = -x_m {\omega_0}^2 sin(\omega_0 t + \varphi) = -{\omega_0}^2 x$, alors $x'' + {\omega_0}^2 x = 0$.

D'autre part , $x'' + \frac{k}{m} x = 0$, par analogie , on déduit que ${\omega_0}^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0.5}} = 14.14 rd/s$.

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.5}{100}} = 0.14\pi(s)$.

✓ À $t_0 = 0$, $V_0 = 0$, alors x'=0 alors $x = x_m$, donc $x_m = 0.1\ m$.

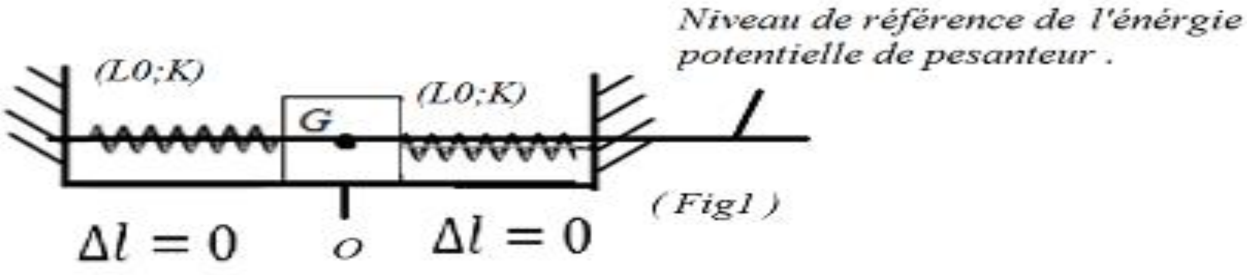
✓ À $t_0 = 0$ $x = x_m$, alors $x_m = x_m sin\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} rd$.

➢ Parsuite $x = 0.1\ sin(14.14\ t + \frac{\pi}{2})$.

Khaled Soubra - Terminal

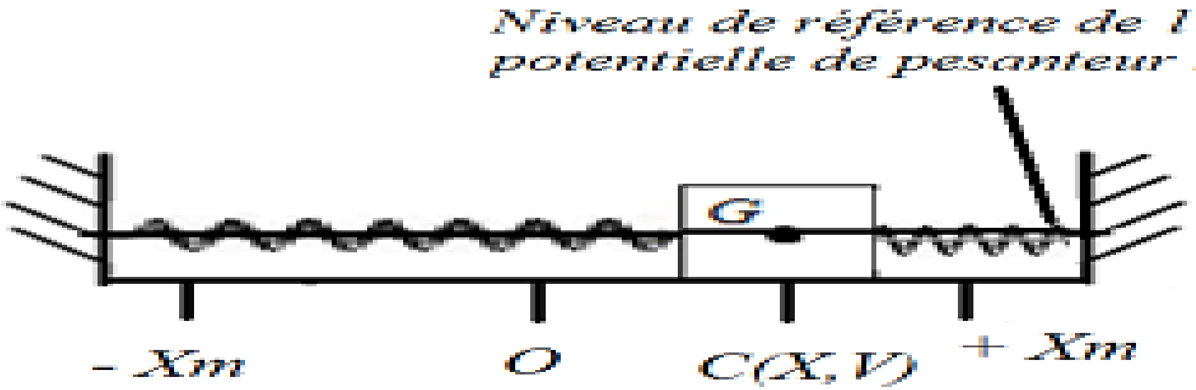
➢ <u>Problème fondamentale :</u>

Un oscillateur mécanique est constitué de deux ressorts identiques , de masses négligeables et de constante de raideur k et dans le plan horizantale . Entre ces deux ressorts et à leurs positions d'équilibre , on place entre eux un bloc de masse m . Les autres éxtrémités des ressorts sont fixés à un support comme le montre la figure ci – dessous . (Fig 1)



On tire le bloc d'une distance x_m *, et on le lâche sans vitesse initiale à l'instant* $t_0 = 0$.

1. *À une instant t , détérminer l'éxpression de l'énérgie mécanique du système considérée . (Fig 2)*



(Fig 2)

<u>Sol:</u> *sys : { 2 pendules élastiques , terre } ,*

$E_m = E_C + E_{PP} + E_{Pe} = \frac{1}{2}mV^2 + 0 + \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mV^2 + kx^2$ *, (car les deux ressorts sont indentiques , alors même valeur de k) .*

Rq : si les deux ressort ne sont pas à l'équilibre , alors
$E_m = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}k(\Delta l + x)^2 + \frac{1}{2}k(\Delta l - x)^2$ *, on aura le même équation différentielle que ci – après .*

2. *Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement de G .*

✓ <u>*Sol*</u>*:* $\overrightarrow{f_r} = \vec{0}$ *, alors* $E_m = cte$ *, donc :* $\frac{dE_m}{dt} = 0$ *,*

$\Rightarrow \frac{1}{2}m2VV' + k2xx' = 0 \Rightarrow mx'x'' + 2kxx' = 0$

$\Rightarrow mx'' + 2kx = 0 \Rightarrow x'' + \frac{2k}{m}x = 0$.

➢ *Si* $E_m = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}k(\Delta l + x)^2 + \frac{1}{2}k(\Delta l - x)^2$ *, alors*

$\frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2}m2VV' + \frac{1}{2}k((\Delta l + x)^2 + (\Delta l - x)^2)' = 0$,

Donc $mx'x'' + \frac{1}{2}k(x^2 + 2x\Delta l + \Delta l^2 + x^2 - 2x\Delta l + \Delta l^2)' = 0$

Alors $mx'x'' + \frac{1}{2}k(2(2xx') + 0) = 0 \Rightarrow x'' + \frac{2k}{m}x = 0$.

➢ *C'est une équation différentielle du second ordre et de la forme* $x'' + {\omega_0}^2 x = 0$ *,*

avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$ *, et de période propre* $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} = \pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$.

- *Solution de l'equation differentielle :*

$$x = x_m \, sin\left(\sqrt{\frac{2K}{m}}\; t + \;\varphi\right)$$

$$ou$$

$$x = x_m \, cos\left(\sqrt{\frac{2K}{m}}\; t + \;\varphi\right)$$

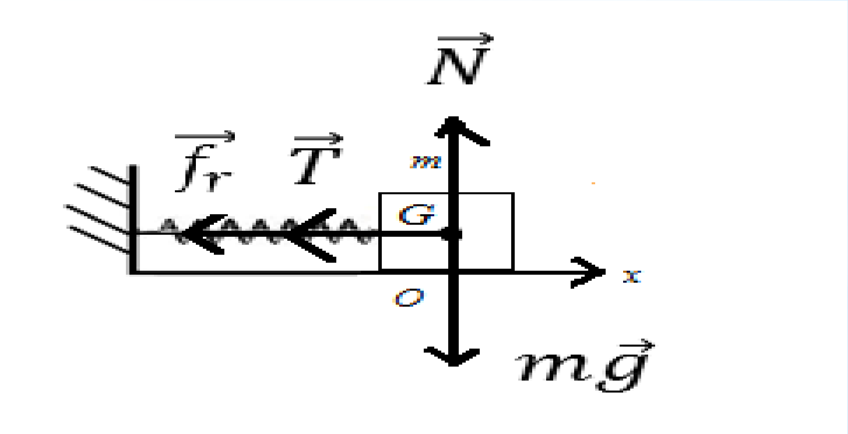
➢ <u>Oscillations libres amorties:</u> Mouvement pseudo – périodique .

Dans le cas où $\overrightarrow{f_r} \neq \vec{0}$ *, l'énérgie mécanique* E_m *n'est pas conservé , et parsuite* $E_m \neq cte$ *, et* E_m $\downarrow$ *avec le temps , et aussi* x_m *diminue avec le temps .*

Alors : $\Delta E_m = W_{\overrightarrow{fr}}$ *, et* $\frac{dE_m}{dt} \neq 0$ *, Mais alors* $\frac{dE_m}{dt} = ??$

On suppose que la force de frottement : $\overrightarrow{f_r} = -b\,\vec{V}$ *, avec b est une <u>constante positive</u>*

Sys : { Bloc } , $\sum \overrightarrow{Fext} = \frac{d\vec{P}}{dt}$



$$\overrightarrow{fr} + m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} = m\vec{a} \ .$$

Projection sur l'horizantale :

$$-bV + 0 - kx + 0 = mx"$$

Donc : $mx" + kx + bV = 0$

Khaled Soubra - Terminal

- *D'où l'équation différentielle :* $x'' + \frac{b}{m}x' + \frac{k}{m}x = 0$ *, si* $b = 0$ *(pas de frottement) , on aura l'équation du mouvement périodique , d'une pendule élastique .*

- *Sys: { Pendule élastique , terre} , le plan horizantale passant par le centre de masse G du bloc est pris comme niveau de référence de l'énérgie potenielle de pesanteur .*

$E_m = E_C + E_{PP} + E_{Pe} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2$,

$\frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2}m2VV' + \frac{1}{2}k2xx' = mx'x'' + kxx' = x'(mx'' + kx)$,

D'après l'équation différentielle : $mx'' + kx + bV = 0$

Alors : : $mx'' + kx = -bV$,

Alors :

$$\frac{dE_m}{dt} = x'(-bV) = -b(V^2) = \left(-b\vec{V}\,.\vec{V}\right) = \overrightarrow{fr}\,.\vec{V}$$

$$= Puissance\ de\ la\ force\ du\ frottement\ .$$

- ***Solution :***

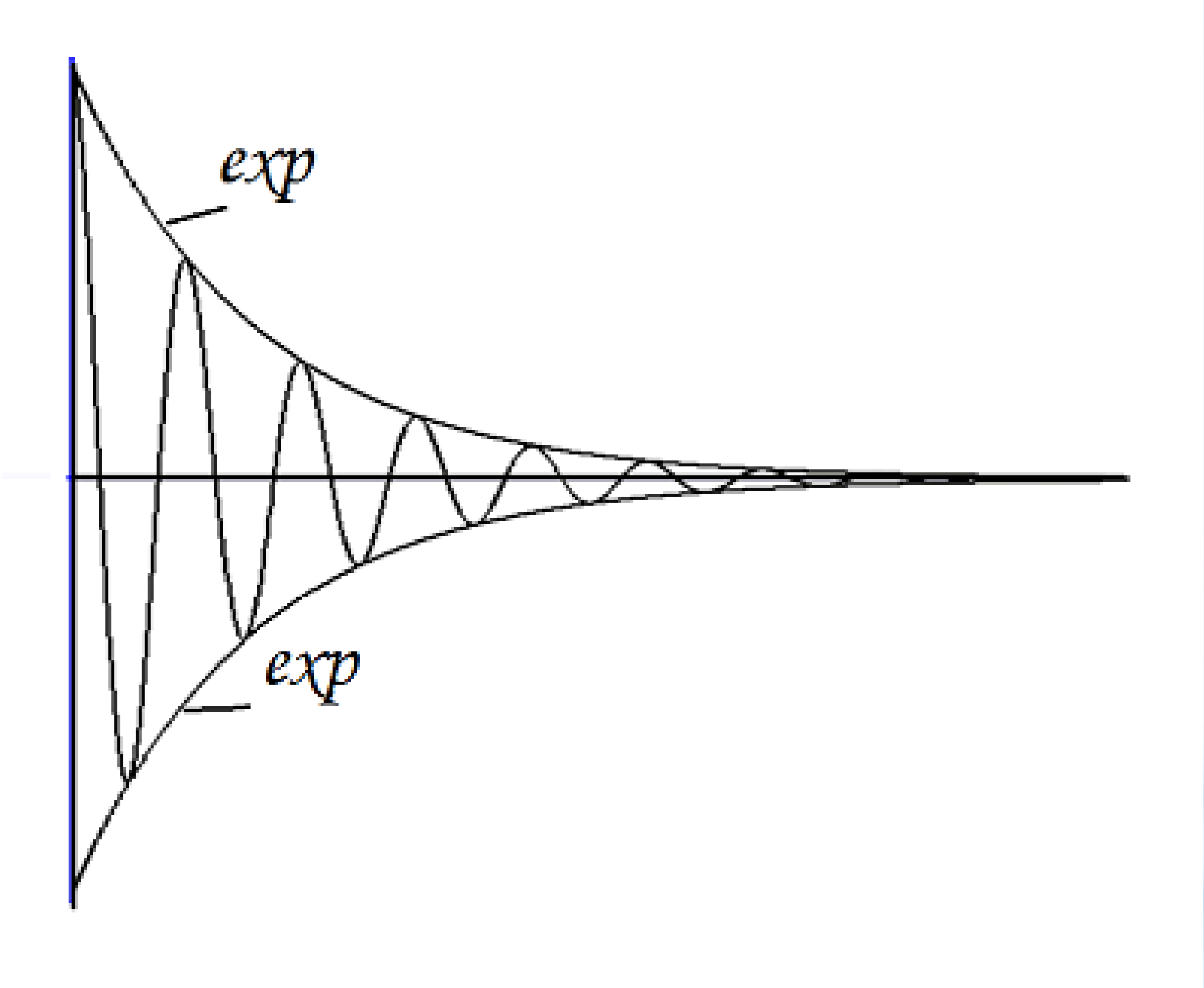
$$x = x_m\, e^{-\frac{b}{2\,m}t}\, sin\left(\sqrt{\frac{K}{m} - \left(\frac{b}{2\,m}\right)^2}\; t + \varphi\right),$$

$$ou\ x = x_m e^{-\frac{b}{2m}t}\, cos\left(\sqrt{\frac{K}{m} - \left(\frac{b}{2\,m}\right)^2}\; t + \varphi\right)$$

- *La pulsation devient :*

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m} - \left(\frac{b}{2\,m}\right)^2}$$

➢ *Amortissement exponentielle :*



- *Si la force de frottement est très très grand , et la courbe représentant x en fonction de t , décroissant exponentiellement , d'une manière tel que aucune oscillation observé , on dit que le mouvement est apériodique .*

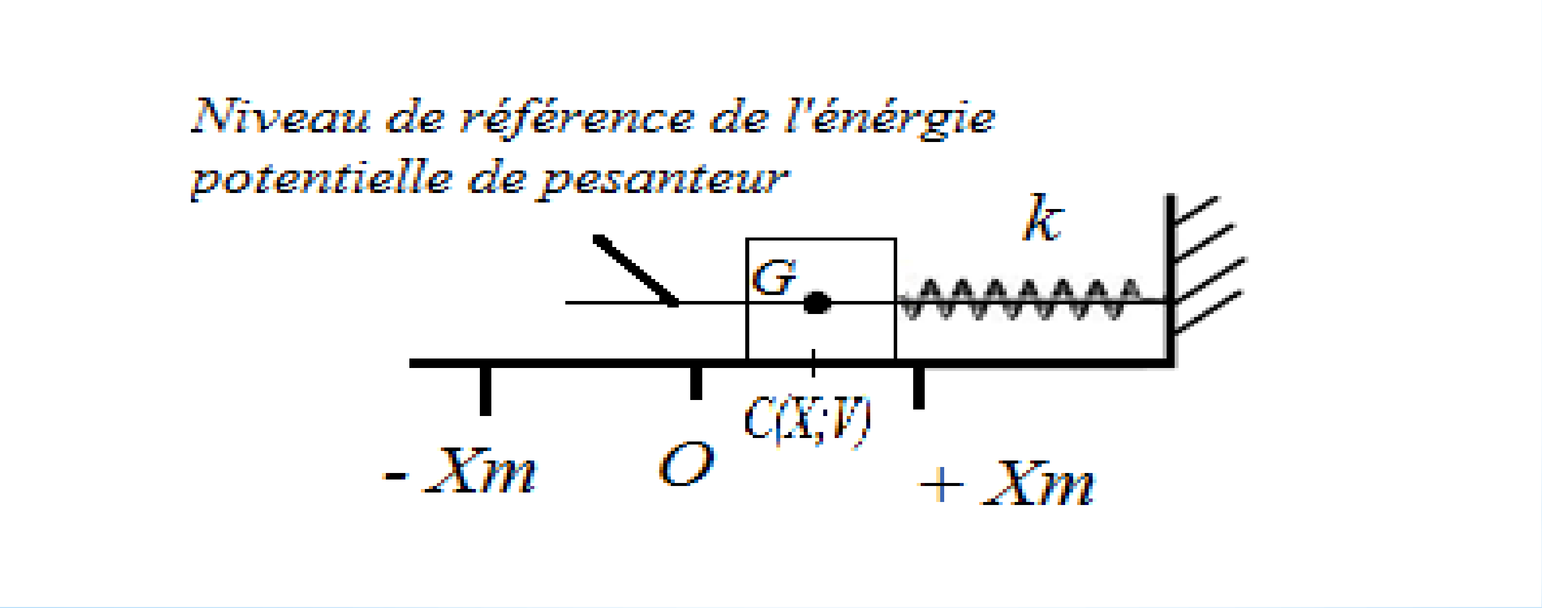
- *Mouvement entretenu: Lorsqu'il ya des forces de frottement supposés constantes , l'E_m diminue avec le temps , et de même diminue d'une oscillations à une autre .*

- ✓ *Par exemple , si E_m diminue de 4 J pendant chaque oscillation (pendant une période) , alors il faut donner au système une énérgie $E = |\Delta E_m|$ chaque oscillation pour compenser la perte d'énérgie du système et entretenir le mouvement .*

- *Pendule élastique à l'équilibre :* $\sum \overrightarrow{Fext} = \vec{0}$.

➢ *Problème fondamentale :*

- *Une pendule élastique horizantale est formé d'un ressort de masse négligeable à spires non –jointives et de constante de raideur k , porte à l' une de ces deux éxtrémités un bloc de masse* $m = 1kg$ *, l'autre éxtrémité est fixé à un support , comme indique la figure . O est le point d'équilibre du ressort .*



- *Le bloc effectue un mouvement harmonique simple sur un segment de 10 cm . On mesure le temps de 10 oscillations , on le trouve : 9(s). Prendre* $\pi^2 = 10$.

A- *On néglige les frottements . Etude théorique :*

1. *Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement de G (centre de masse du bloc) .*

✓ *Sol:* *sys: { Pendule élastique , terre } ,*

$$E_m = E_C + E_{PP} + E_{Pe} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2 \ ,$$

$$\overrightarrow{fr} = \vec{0} \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}m2VV' + \frac{1}{2}2kxx' = 0 \Rightarrow x" + \frac{k}{m}x = 0 \ .$$

2. *Déduire l'éxpréssion de la période propre T_0 du mouvement .*

✓ *Sol:* *C'est une équation différentielle du second ordre et de la forme :*

$x" + {\omega_0}^2 x = 0$, *avec* $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, *et de période propre* $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

3. *Démontrer que la solution de cette équation différentielle peut s'écrit :*

$$x = x_m cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \varphi) .$$

✓ <u>Sol:</u> $x = x_m cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \varphi) \Rightarrow x' = -x_m \sqrt{\frac{k}{m}} sin(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \varphi)$

Alors : $x" = -\frac{k}{m} x$, donc : $x" + \frac{k}{m} x = 0$, *donc c'est une solution ,*

C.q.f.d

4. *Détérminer* x_m *,* k *et* φ *, si à l'instant* $t_0 = 0$ *m le bloc est en position d'équilibre au point O , et déplace dans le sens positive .*

✓ <u>Sol:</u> $x = x_m co\,s\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \varphi\right) \Rightarrow 0 = x_m\, cos(\varphi) \Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2} (rd)$.

$V = \frac{dx}{dt} = -x_m \sqrt{\frac{k}{m}}\, sin(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \varphi)$ *alors* $V_0 = -x_m \sqrt{\frac{k}{m}}\, \sin(\varphi)$ *, or le bloc à une tendance de se déplacer dans le sens positive à l'instant initial , alors* $V_0 > 0$ *,* *Alors:* $\sin(\varphi) < 0$ *, car* $-x_m\sqrt{\frac{k}{m}} < 0$ *, donc* $\varphi = -\frac{\pi}{2}(rd)$ *,*

- *Par hypothèse , le temps de 10 oscillations est 9 (s) , alors* $10T_0 = 9$ *, donc:*
  $T_0 = 0.9(s) \Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\sqrt{10}}{0.9} = 7.02(rd/s)$ $(\pi^2 = 10)$.

- *Mais* $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ *, donc:* $0.9 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{(0.9)^2}{(2\pi)^2} \Rightarrow k = \frac{1\times4\times10}{(0.9)^2}$

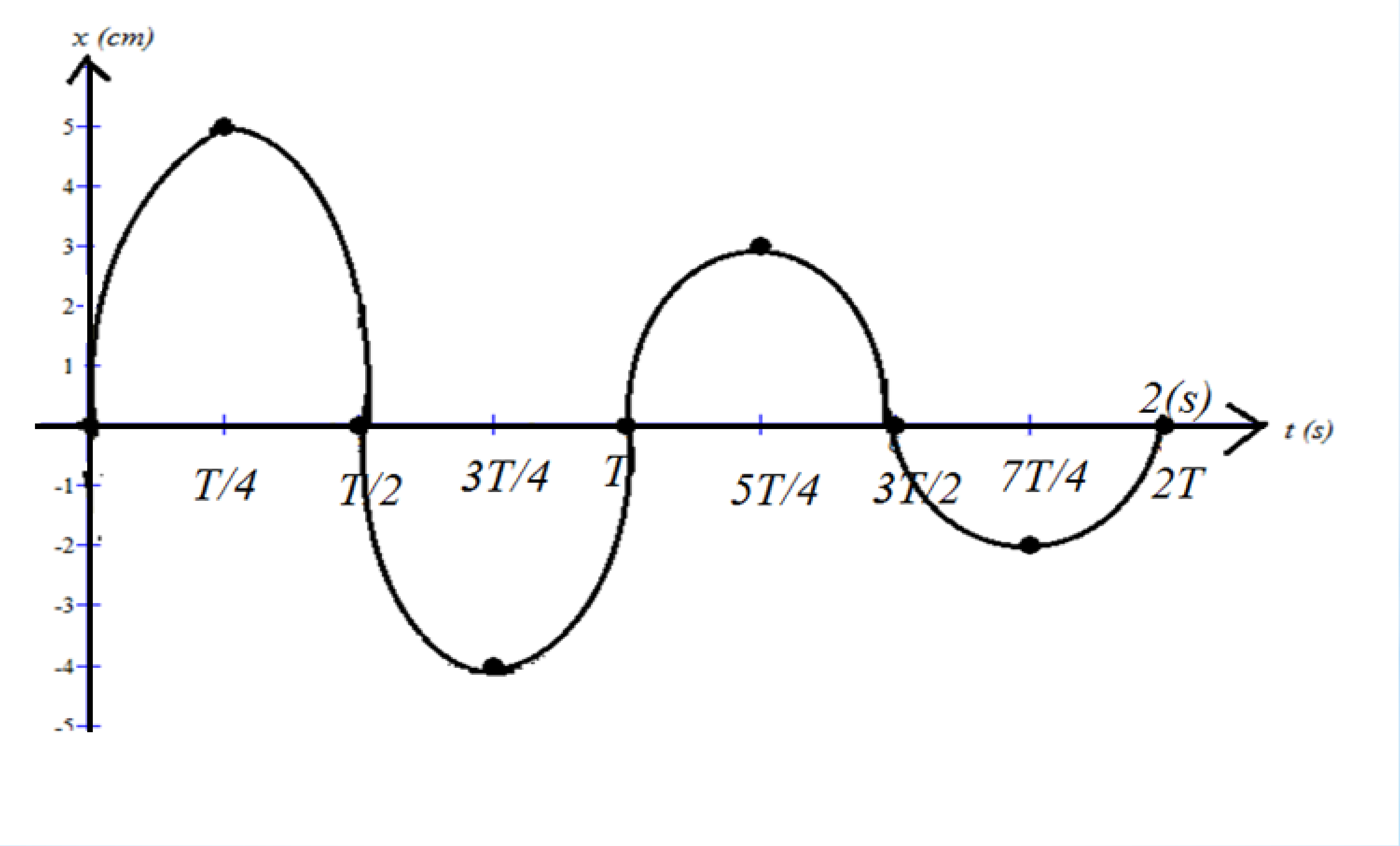
Alors $k = 49.38\ N/m$. ($\pi^2 = 10$ *et* $m = 1kg$)

- *Le mouvement s'effectue sur un segment de longueur 10 cm , alors*
  $2x_m = 10\ cm$ *alors* $x_m = 5cm = 0.05\ m$.

Donc : $x = 0.05\cos(7.02\,t - \frac{\pi}{2})$.

***B**- Etude expérminertale :*

- *On réalité les frottements ne sont pas plus négligeables et la variation de x en fonction du temps est représenté par le graphe suivant :*



1. *Quelle est la nature du mouvement du bloc ? Justifier .*

- ✓ *<u>Sol:</u>* x_m *diminue avec le temps , et il ya des oscillations , alors mouvements pseudo – périodique .*

2. *Détérminer la pseudo –période T , et comparer là avec la période propre* T_0 .

- ✓ *<u>Sol:</u> D'après le graphe , l'oscillation dure 1 (s) , alors la pseudo –période T est* $T = 1\ (s) > T_0 = 0.9(s)$.

3. *Détérminer l'énérgie mécanique perdu pendant une période .*

- ✓ *<u>Sol</u>: Sys: { Pendule élastique , terre } ,*

Puisqu'on n' a pas les valeurs de V , on peut prendre $x = x_m$,
Entre 2 maximums consécutifs , il y a une et une seule pseudo période T ,

Donc , on prend pour $x = 5\ cm$ *et* $x = 3\ cm$ *, içi* E_C*=0 car c'est un maximum .*

$\Delta E_m = E_{m(3)} - E_{m(5)} = \frac{1}{2}k(0.03)^2 - \frac{1}{2}k(0.05)^2 = \frac{1}{2}(49.38)(-0.0016) = -0.04J.$
Pour chaque oscillation .

4. *Déduire la valeur de la force de frottement , si la valeur est supposé constante .*

✓ <u>Sol:</u> $\overrightarrow{fr} = \overrightarrow{cte} \Rightarrow \Delta E_m = W_{\overrightarrow{fr}} = -f \times d$, *entre* $x_m = 5cm$ *et* $x_m = 3cm$ *on a*

$d = 5 + 4 + 4 + 3 = 16cm = 0.16\,m$, *alors* $f = \frac{-0.04}{-0.16} \Rightarrow f = 0.25N$.

5. *Détérminer la vitesse du bloc lorsqu'il passe pour la deuxième et la troisième fois par la position d'équilibre (Point O par hypothèse)*

✓ <u>Sol:</u> *Deuxième fois : d'après le graphe est pour* $t = \frac{T}{2}$, *et la troisième fois et pour t= T .*

Pour $t = \frac{T}{2}$, *on a* $E_{m(t=\frac{T}{2})} - E_{m\left(t=\frac{T}{4}\right)} = -f \times d \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}k{x_m}^2 = -f \times d$

Alors $V^2 = 49.38(0.05)^2 - 2(0.25)(0.05) \Rightarrow V = -0.313m/s$, *signe négatif car le bloc à tendance à dirigé dans le sens négatif du repère d'après le graphe .*

Pour $t = T$, $E_{m(t=T)} - E_{m\left(t=\frac{3T}{4}\right)} = -f \times d \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}k{x_m}^2 = -f \times d$

Alors $V^2 = 49.38(-0.04)^2 - 2(0.25)(0.04) \Rightarrow V = +0.242m/s$, *signe positif car le bloc à tendance à dirigé dans le sens positif du repère d'après le graphe .*

C- *Mouvement entretenu :*

Détérminer la puissance nécéssaire pour entretenir le mouvement .

<u>Sol:</u> Pour entretenir le mouvement , il faut donner au système une énérgie de valeur :
$|\Delta E_m| = +0.04\ J$ *chaque oscillation .*

Puissance : $P = \frac{|\Delta E_m|}{T} = 0.04\ W$.