TP N°2 : LE PENDULE ÉLASTIQUE VERTIVAL

1. OBJECTIFS

- Tracer un graphique à partir d'un tableau de valeurs.
- Détermination de la constante de raideur d'un ressort.
- Mesure de la période d'oscillation d'un ressort.
- Déduction des lois d'association de ressorts.

2. MATÉRIEL

- un support,
- deux ressorts à spires non jointives,
- des masses,
- un chronomètre,
- une règle graduée.

3. THÉORIE

Les forces agissant sur le système sont:
Le poids $\vec{P}$ et la force de rappel du ressort $\vec{T}$.

Etat statique (équilibre)

$\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0} \Longrightarrow (Ox) : mg - Kx_0 = 0$

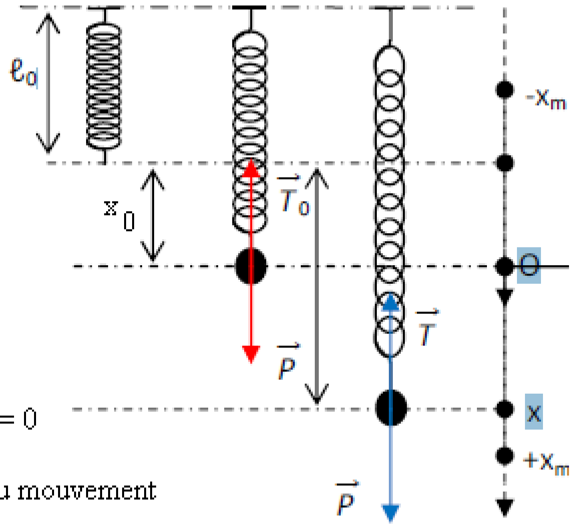
Etat dynamique (mouvement)

$\vec{P} + \vec{T} = m.\vec{a} \Longrightarrow (Ox) : mg - K(x_0 + x) = m x''$

En combinant ces deux équations, on obtient:

$$mx'' + Kx = 0 \Longrightarrow x'' + \frac{K}{m}x = 0 \quad \text{ou} \quad x'' + w^2 x = 0$$

En posant $w^2 = \frac{K}{m}$, avec $w = \frac{2\pi}{T}$: pulsation du mouvement



$et\ T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}\ la\ période\ du\ mouvement$. La solution de l'équation différentielle est donnée par :

$x = X_m \sin(wt + \varphi)$, X_m étant l'amplitude du mouvement.

4. MANIPULATION

4.1 ETAT STATIQUE

4.1.1 Ressort rouge

L'une des extrémités du ressort étant fixée, attachez à l'autre extrémité une masse marquée de poids P, les masses sont certifiées à une précision de 1%. l_0 est la longueur initiale du ressort, l est la longueur mesurée avec les poids suspendus. $x = l - l_0$ est l'allongement du ressort, (g = 9.81m/s²).

1- Mesurez la longueur à vide du ressort l_0.
2- Mesurez la longueur du ressort l en accrochant une masse de 70g, en déduire l'allongement x.
3- Refaites les mesures d'allongements correspondants aux autres masses accrochées.
4- Remplissez le tableau ci-dessous.

m (g)	**70**	**100**	**110**	**120**	**130**	**150**	**170**	**200**
Δm (g)								
l (cm)								
Δl (cm)								
$x(cm)$								
$\Delta x(cm)$								

- Tracez la courbe donnant les variations de l'allongement (x) en fonction de la masse accrochée m.
- En déduire la masse maximale qui ne provoque aucun allongement du ressort (masse zéro).
- Trouvez une relation liant la pente de la droite à g et à K_1.
- En déduire la valeur de la constante de raideur K_1 du ressort rouge (g = 9.81m/s^2).
- Calculez l'incertitude relative sur K_1 ($\Delta g = 0$), écrire K_1 sous la forme d'encadrement standard.

<u>4.1.2 Ressort bleu</u> (on fera le même travail pour le ressort bleu, on commencera par une masse de 150g, on appellera K_2 la constante de raideur du ressort bleu).

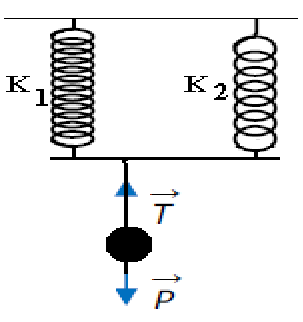
m (g)	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	**200**	**210**	**220**
Δm (g)								
l (cm)								
Δl (cm)								
$x(cm)$								
$\Delta x(cm)$								

4.2 <u>ETAT DYNAMIQUE</u>

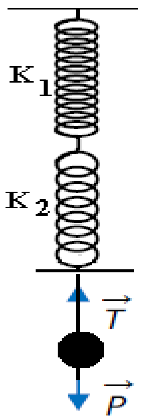
Le système ressort-masse étant en équilibre, on tire légèrement vers le bas la masse de la position d'équilibre et on la relâche sans vitesse initiale, le centre de gravité du système prend alors un mouvement rectiligne sinusoïdal autour de la position d'équilibre.

- Pour m = 200g pour le ressort bleu et m = 100g pour le ressort rouge, mesurer à l'aide d'un chronomètre la durée, t, d'un certain nombre d'oscillations **(10)**. Déduire pour chaque ressort la période d'oscillation ainsi que la constante de raideur.

<u>4.3 ASSOCIATION DE RESSORTS</u>



Association parallèle



Association série

4.3.1 Association parallèle

Les deux ressorts sont montés suivant le schéma ci-dessus, accrochez une masse de 300g et mesurez la période des oscillations du système ainsi constitué. En déduire la constante de raideur équivalente Kp de l'ensemble. Donnez une relation liant Kp à K_1 et K_2.

4.3.2 Association série

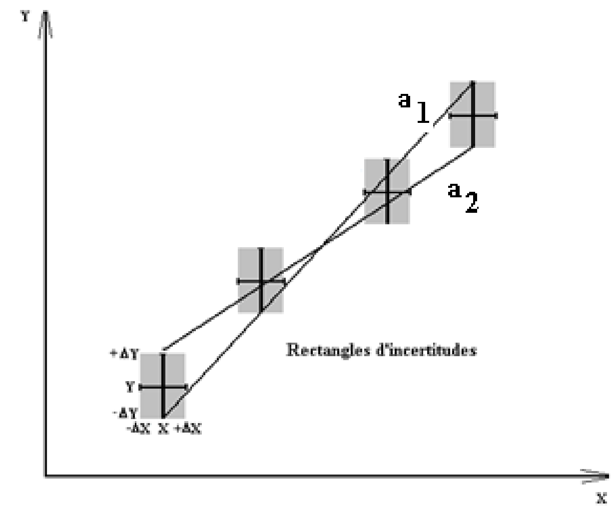
En réalisant le schéma approprié, refaites le même travail que précédemment pour m = 150g (on appellera Ks la constante de raideur de l'ensemble).

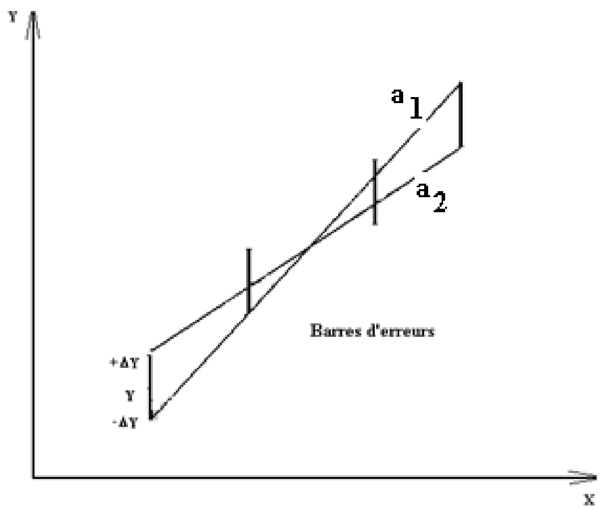
5. INCERTITUDE SUR LE GRAPHE

Si la représentation graphique est linéaire (droite), pour chaque point (x,y) on exprime l'incertitude (Δx, Δy). On obtient ainsi ce qu'on appelle des rectangles d'incertitude, on trace ensuite les droites de pente extrême (maximale et minimale), la pente cherchée et son incertitude est donnée par :

$$a = \frac{a_1 + a_2}{2} \pm \frac{a_1 - a_2}{2}$$

Si une des deux incertitudes est faible, on parle de barres d'erreur.





.