École Préparatoire en Sciences et Techniques de Tlemcen

Département de Physique

PHYSIQUE I – TP N° 03

Études statique et dynamique d'un pendule oscillant

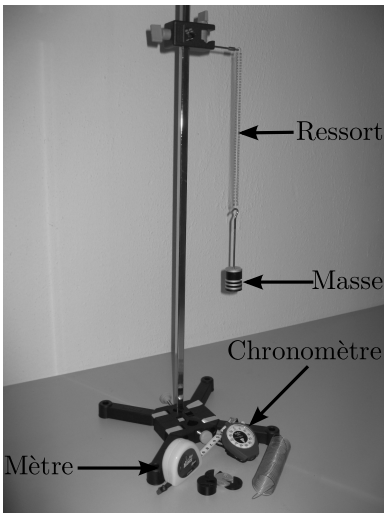
1 Objectifs

- ☞ Mettre en évidence le mouvement d'un système mécanique élémentaire : le pendule oscillant.
- ☞ Déterminer la constante de raideur du ressort par deux méthodes : statique et dynamique.
- ☞ Déterminer une masse inconnue à partir de la courbe d'étalonnage du ressort.

2 Matériel utilisé

Le montage de la manipulation se trouve sur la figure ci-contre. Vous disposez du matériel suivant :

- 01 pince de table.
- 01 tige carrée de 1 m.
- 01 tige carrée de 25 cm.
- 01 chronomètre.
- 01 cheville de support.
- 01 ressort à boudins N° 01 de constante de raideur $k = 20$ N/m.
- 01 ressort à boudins N° 02 de constante de raideur $k = 3$ N/m.
- 01 mètre métal de longueur $L = 2$ m.
- 04 poids à fente noirs de masse $m = 10$ g.
- 01 poids à fente noir de masse $m = 50$ g.
- 01 porte-poids de masse $m = 10$ g.
- 02 noix doubles.
- 01 masse inconnue.



3 Important

- ☞ On prendra pour tout le TP la valeur de l'accélération de la pesanteur $g = 9.81$ m/s^2.
- ☞ Donner en détail les calculs de la régression linéaire : tableau, expressions, applications numériques.
- ☞ Chaque courbe doit être tracée sur une feuille millimétrée à part.
- ☞ Il est impératif de préparer à l'avance la partie théorique, la représentation des tableaux de mesures ainsi que la désignation des axes sur les feuilles millimétrées.

Première partie
Étude théorique

1 Étude statique

Lorsqu'on suspend une masse à un ressort, ce dernier se déforme et éxerce une force sur l'objet responsable de sa déformation ; cette force est appelée tension du ressort. La déformation du ressort, appelée aussi allongement, est notée x et est définie par :

$$x = |l - l_0|$$

où l_0 est la longueur à vide du ressort, et l la longueur du ressort déformé. Le but de cette partie est de vérifier que cette force est proportionnelle à l'allongement.

Un ressort de raideur k, dont on négligera la masse, est suspendu verticalement par son extrémité supérieure à un support.

1. Faire un schéma de la situation représentant une masse suspendue au ressort. Représenter les forces appliquées à cette masse.
2. À partir de la relation vectorielle entre ces forces, trouver la relation entre la constante de raideur k du ressort et sa longueur l, puis l'écrire sous la forme $l = f(m)$.

2 Étude dynamique

On reprend le dispositif utilisé précédemment, on écarte la masse m, verticalement de sa position d'équilibre, d'une petite distance a. Lorsqu'on la relâche, le système effectue des oscillations d'amplitude a.

1. À partir du principe fondamental de la dynamique, trouver l'équation du mouvement avec une démonstration détaillée.
2. Déduire l'éxpression de la période des oscillations.
3. En déduire l'éxpression de k.
4. Que peut-on dire de l'influence de l'amplitude sur la période des oscillations ?

Deuxième partie
Étude expérimentale

1 Étude du ressort N° 01

1.1 Étude statique

1. Donner l'erreur absolue commise sur la longueur.
2. Mesurer la longueur à vide du ressort et l'écrire sous la forme : $l_0 =$ $\pm$ (unité).
3. Suspendre d'abord le porte-poids de masse $m = 10$ g, puis y accrocher les masses.
4. Mesurer pour chacune des masses (en tenant compte de celle du porte-poids), la longueur prise par le ressort.
5. Consigner vos résultats dans le tableau suivant :

Masse suspendue m (/g)	20	40	60	80	100
Longueur du ressort l (/m)					

6. Sur une feuille millimétrée, tracer la courbe d'étalonnage $l = f(m)$ du ressort par la méthode des rectangles d'incertitudes.
7. Donner l'expression de k en fonction de la pente.
8. Trouver l'expression de l'incertitude sur k.
9. Faites l'application numérique et donner le résultat sous la forme : $k =$ $\pm$ (unité).
10. Retrouver à partir de la courbe la valeur de la longueur à vide du ressort.
11. Écrire le résultat final sous la forme : $l_0 =$ $\pm$ (unité).

1.2 Détermination d'une masse inconnue

On veut déterminer une masse inconnue m à partir de la courbe d'étalonnage du ressort, pour cela :

1. Reprendre le dispositif utilisé précédemment et accrocher la masse au ressort.
2. Mesurer la longueur l du ressort.
3. Utiliser la courbe d'étalonnage du ressort pour déterminer la valeur de la masse.

1.3 Étude dynamique

Dans cette partie, on cherche à vérifier expérimentalement la formule théorique donnant la période des oscillations en fonction de la masse suspendue, ainsi que la constante de raideur du ressort. Pour cela, faire varier la masse m suspendue au ressort et faire osciller le dispositif en écartant la masse légèrement de sa position d'équilibre (essayer de garder le même étirement pour toutes les mesures). Lâcher sans vitesse initiale au moment du déclenchement du chronomètre. Mesurer à chaque fois le temps t de n oscillations et remplir le tableau ci-dessous.

Masse suspendue m	(/g)	60	70	80	90	100
Temps t	(/s)					
Période T	(/s)					
T^2	(/s^2)					
ΔT^2	(/s^2)					

1. Quelle est le nombre d'oscillations choisi ?
2. Donner l'erreur absolue commise sur la période.
3. Sur une feuille millimétrée, tracer la courbe $T^2 = f(m)$ ainsi que les rectangles d'erreurs.
4. À partir de cette courbe, déduire k ainsi que Δk.
5. Écrire le résultat final sous la forme : $k =$ $\pm$ (unité).
6. Ce résultat est-il compatible avec le résultat de l'étude statique ?

2 Étude du ressort N° 02

2.1 Étude statique

1. Refaire la même expérience que pour le premier ressort et consigner vos résultats dans le tableau suivant :

Masse suspendue m	(/g)	20	30	40	50
Longueur du ressort l	(/m)				

2. Sur une feuille millimétrée, tracer la courbe d'étalonnage du ressort $l = f(m)$ par la méthode de la régression linéaire.
3. Donner l'expression de k en fonction de la pente.
4. Trouver l'expression de l'incertitude absolue sur k.
5. Faites l'application numérique et donner le résultat sous la forme : $k =$ $\pm$ (unité).
6. Retrouver à partir de la courbe la valeur de la longueur à vide du ressort.
7. Écrire le résultat final sous la forme : $l_0 =$ $\pm$ (unité).

2.2 Détermination d'une masse inconnue

Refaire la même expérience que pour le premier ressort.

2.3 Étude dynamique

1. Refaire la même expérience que pour le premier ressort et consigner vos résultats dans le tableau suivant :

Masse suspendue m	(/g)	20	30	40	50
Temps t	(/s)				
Période T	(/s)				
T^2	(/s^2)				
ΔT^2	(/s^2)				

2. Sur une feuille millimétrée, tracer la courbe $T^2 = f(m)$ ainsi que les rectangles d'erreurs.
3. À partir de cette courbe, calculer k et Δk.
4. Écrire le résultat final sous la forme $k =$ $\pm$ (unité).
5. Ce résultat est-il compatible avec le résultat obtenu dans l'étude statique ?

3 Conclusion

Quelle est la meilleure méthode pour déterminer la constante de raideur : statique ou dynamique ? Justifier votre réponse.