

TP – force et mouvement

Etude dynamique du ressort, pendule élastique

Observation : lorsqu'on tire sur la masse accrochée à un ressort et qu'on lâche le système, il se met à osciller autour de sa position d'équilibre. Le mouvement de va-et-vient est périodique.
Si on change de masse, la période change.
Si on change de ressort (on change de constante de raideur), la période change.

La période du pendule s'exprime : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

T : période du mouvement en s.

k : constante de raideur du ressort en $N.m^{-1}$.

m : masse du pendule en kg.

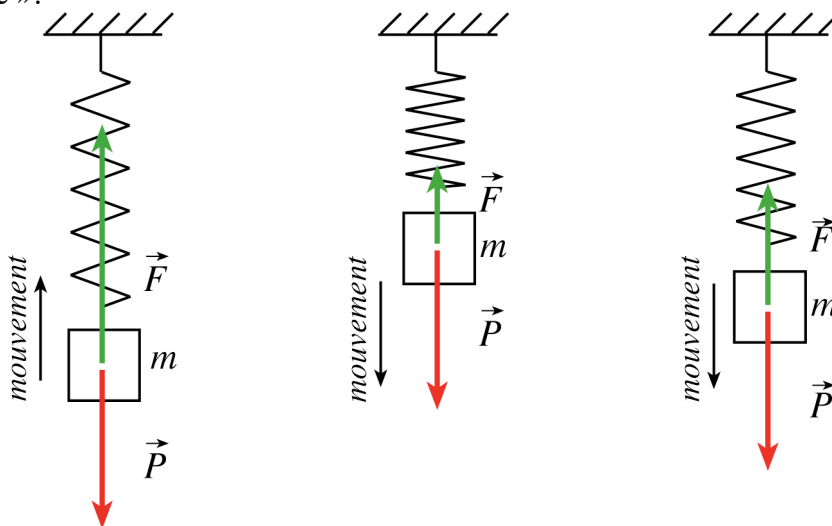
Objectif du TP : étudier cette relation et retrouver la constante de raideur calculée lors de l'étude statique. Ce TP vient en complément de l'étude statique.

Définition : *dynamique*

L'étude est dynamique car il y a mouvement. Le temps est un des paramètres de l'expérience.

Principe :

Le mouvement est dû au déséquilibre des forces du système « ressort + masse ».



En tirant le ressort, F est plus grand que P . Au moment où on lâche le ressort celui-ci remonte.

En montant, F devient plus petit, puisque l'élongation devient également plus petite. P est alors plus grand que F et le ressort redescend.

Lorsque F sera assez grand, le ressort va remonter. Il fait des oscillations verticales.

Mesures : Le professeur projette le film du mouvement du ressort.
On compte le nombre d'images pour 5 périodes.
Nombre d'images par seconde (FPS) : 20
L'intervalle de temps entre deux images est :

$$dt = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ s} \quad \text{ou} \quad 50 \text{ ms}$$

5 périodes correspondent à : $N = 48$ images

$$T = \frac{N \times dt}{5} = 0,48 \text{ s}$$

La masse est : $m = 100 \text{ g}$

Exploitation : on calcule la constante de raideur.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T^2}{(2\pi)^2} = \frac{m}{k} \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k}{m} \Rightarrow k = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$k = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} = 0,1 \times \frac{4\pi^2}{0,48^2} = 17,13 \text{ N.m}^{-1}$$

Comparaison : Attention, pour la comparaison, à bien mettre la même unité pour les deux valeurs :

Etude statique : $k = 0,0167 \text{ N.mm}^{-1}$ soit $16,7 \text{ N.m}^{-1}$

Etude dynamique : $k = 17,1 \text{ N.m}^{-1}$

Conclusion : les deux valeurs diffèrent très légèrement, mais l'ordre de grandeur est identique.
Pour justifier la comparaison, il faudrait faire une évaluation des incertitudes pour les deux expériences.

Le professeur donne les incertitudes suivantes :

Etude statique : position à 2 mm prêt ; masse à 2 g prêt ; soit k à $0,0009 \text{ N.mm}^{-1}$ prêt ou $0,9 \text{ N.m}^{-1}$ (pour une masse de 100 g).

Etude dynamique : 5T à 1 image prêt ; soit T à 0,01 s ; masse à 2 g prêt ; soit k à 1 N.m^{-1} prêt.

Etude statique : $k = 16,7 \pm 0,9 \text{ N.m}^{-1}$

Etude dynamique : $k = 17 \pm 1 \text{ N.m}^{-1}$

Les deux intervalles d'incertitudes se recoupent. On peut donc supposer que les deux valeurs de k trouvées sont identiques.

Ce qui peut se schématiser de la façon suivante :

