

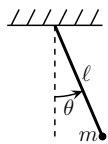
Oscillations mécaniques

L'objectif de ce TP est d'étudier quelques oscillateurs mécaniques.

Ce TP s'appuie sur le travail effectué lors des chapitres § MECA 3 Oscillateur harmonique et § MECA 4 Compléments de mécanique du point. Les relations notées (*) sont celles qu'il faut savoir retrouver et les heures mentionnées sont données à titre purement indicatif de façon à permettre l'évaluation de l'importance relative des différentes parties.

I) Pendule rigide

1°) Pas tout à fait un rappel



Un pendule rigide est constitué d'une barre au bout de laquelle est accrochée une masse m . Les différences principales avec le pendule simple sont :

- du point de vue cinématique la masse est toujours à la distance ℓ du point d'attache (alors qu'avec le pendule simple le fil peut plier) ;
- du point de vue dynamique on ne peut pas toujours négliger la masse de la barre.

En tenant compte de la masse de la barre, on trouve que les oscillations ont pour pulsation $\omega = \omega_0 \left(1 - \frac{\theta_0^2}{16}\right)$ où ω_0 dépend de la répartition de masse de la barre et θ_0 est l'amplitude des oscillations. Si la masse de la barre devient négligeable devant celle de la masse alors $\omega_0 \rightarrow \sqrt{\frac{g}{\ell}}$.

2°) Expérience



La liaison quasi sans frottement entre la tige rigide et le support étant très fragile (et coûteux), il convient de manipuler ce pendule avec de grandes précautions.

Pour déterminer la durée d'une période on utilisera un chronomètre et on mesurera (aussi précisément que possible) la durée Δt d'un certain nombre N de périodes (typiquement une dizaine).

Celles-ci étant de durée identiques, on a alors $T = \frac{\Delta t}{N}$.

→ Mesurez la période T correspondant à un angle initial de 20° .

→ Recopiez et complétez le tableau suivant.

θ_0 (°)	10	20	30	40	50	60	70	80
T								
ω								

θ_0 (°)	90	100	110	120	130	140	150	160	170
T									
ω									

→ Faites une régression linéaire du type $\omega = a\theta_0^2 + b$ en précisant les incertitudes. On rappelle que θ_0 est en radian.

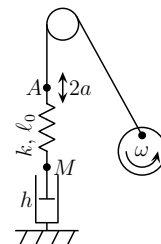
¿? Quels sont les points qui, graphiquement, ne sont visiblement pas alignés avec les autres ?

→ Refaites une régression linéaire du type $\omega = a\theta_0^2 + b$ en enlevant les quelques points non alignés.

→ Comparez avec le résultat attendu $\frac{b}{a} = -16$ et calculez la période propre $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{b}$.

II) Oscillations forcées

1°) Rappel



Le dispositif utilisé est un ressort vertical dont l'extrémité supérieure subit des oscillations sinusoïdales grâce à un petit moteur. Dans ces conditions, si on note a l'amplitude des oscillations du point A , l'amplitude X des oscillations de M vaut $X = \frac{a}{\sqrt{(1-u^2)^2 + \frac{u^2}{Q^2}}}$ où $u = \frac{\omega}{\omega_0}$ est la pulsation propre et Q est le facteur de

qualité. Si $X(u)$ admet un maximum alors ce maximum est en $u_r = \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$ et

$$\text{vaut } X_{\max} = X(u_r) = \frac{Qa}{\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$$

2°) Expérience

La fréquence de rotation du moteur est contrôlée par la tension à ses bornes. On veillera toutefois à ne pas dépasser 15 V afin de ne pas détériorer le moteur (vérifier la valeur sur l'étiquette collée sur le moteur).

→ Faites fonctionner le dispositif et observez qualitativement le mouvement de la masse, notamment la durée du régime transitoire et la résonance lorsque la pulsation varie. L'amplitude de M se mesure directement sur l'écran de l'oscilloscope.

→ Réglez la valeur du frottement au maximum et faire un relevé d'amplitude pour différentes valeurs de pulsation (on utilisera les mesures automatiques de l'oscilloscope) sur la plus grande plage de valeurs possible.



Lors de la mise en place ou du retrait du frein de l'oscillateur veillez à ne pas le faire tomber au fond de l'éprouvette.

→ Recopiez et complétez le tableau suivant.

f (Hz)									
X (U.A.)									

→ Tracez la courbe $X(f)$ sur la feuille fournie en annexe. Remesurez quelques points si besoin (comme autour d'un pic de résonance).

f (Hz)									
X (U.A.)									

→ En déduire (en expliquant) la valeur de la pulsation propre et du facteur de qualité.

→ Diminuez l'intensité de la force de frottement et recommencez.

