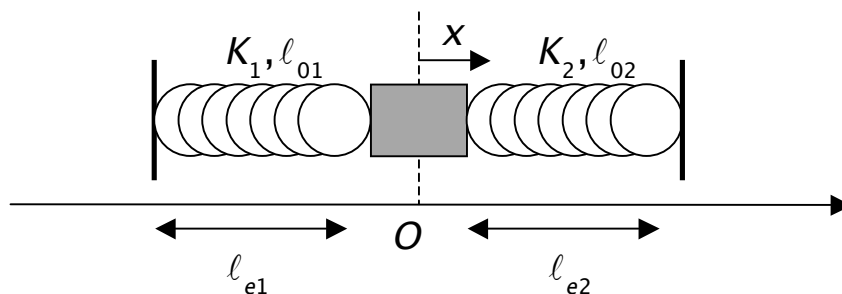


OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES1) Matériel

On dispose du banc à coussin d'air, de deux ressorts identiques, d'un mobile, des aimants, de la carte d'acquisition ORPHY GTI avec fenêtre optique pour repérer le mouvement, de l'ordinateur et du logiciel REGRESSI.

Le dessin ci-dessous représente le mobile à l'équilibre.

2) Oscillations non amortiesa) Etude théorique

😊 Etablir l'équation différentielle en $x(t)$ du mouvement. En déduire la période propre T_0 .

b) Etude expérimentale

⚠ Faire un enregistrement de $x(t)$. Exporter dans Regressi puis modéliser de façon adéquate.

⚠ A partir de la mesure de la masse m du mobile et de T_0 , déterminer la raideur k du ressort.

⚠ A partir de la mesure de $x(t)$, créer dans Regressi la nouvelle variable $v = \dot{x}$ puis la variable énergie cinétique E_c du mobile, la variable énergie potentielle E_p et la variable énergie mécanique E_m . Tracer E_c , E_p et E_m . Conclusion.

3) Amortissement fluide $\vec{F}_f = -h\vec{v}$ a) Etude théorique


😊 Etablir l'équation différentielle du mouvement. En déduire la pseudo-période T , le temps caractéristique d'amortissement τ , le décrément logarithmique δ .

b) Etude expérimentale


⚠ Faire un enregistrement significatif de $x(t)$ en plaçant bien les aimants.


⚠ A partir de l'enregistrement et de la modélisation de $x(t)$, déterminer les valeurs expérimentales de τ , T et du décrément logarithmique δ .


⚠ Déduire des mesures précédentes la valeur du coefficient de frottement fluide h et la valeur du facteur de qualité Q .


 A partir de la mesure de $x(t)$, créer dans Regressi la nouvelle variable $v = \dot{x}$ puis la variable énergie cinétique E_c du mobile, la variable énergie potentielle E_p et la variable énergie mécanique E_m . Tracer E_c , E_p et E_m . Comparer au cas précédent, conclusion.

4) Frottement solide $\vec{F}_s = \overline{cst}$

 Utiliser l'embout avec la mousse pour créer des frottements solides.

 Faire un enregistrement de $x(t)$.

 Comparer l'allure de l'enveloppe de $x(t)$ dans le cas des frottements fluides et des frottements solides.

 (Si le temps) A partir de la mesure de $x(t)$, créer dans Regressi la nouvelle variable $v = \dot{x}$ puis la variable énergie cinétique E_c du mobile, la variable énergie potentielle E_p et la variable énergie mécanique E_m . Tracer E_c , E_p et E_m . Conclusion.

Rappels

1) Equation différentielle d'un oscillateur harmonique libre avec frottement fluide

$\ddot{x} + \frac{1}{\tau} \dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, couple (ω_0, τ)	$\omega_0 \equiv \sqrt{\frac{k}{m}}$ = pulsation propre, $\tau \equiv \frac{m}{h}$ = temps de relaxation
$\ddot{x} + 2\alpha \dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, couple $(\omega_0, 2\alpha)$	$2\alpha \equiv \frac{1}{\tau}$ = facteur d'amortissement
$\ddot{x} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, couple (ω_0, Q)	$Q \equiv \omega_0 \tau$ = facteur de qualité (sans dimension)

2) Régime pseudo périodique $Q > \frac{1}{2}$

• Solution : $x(t) = \underbrace{e^{-\alpha t}}_{\substack{\text{décroissante exponentielle de} \\ \text{l'amplitude.} \\ \text{(l'énergie du système décroît)}}} \underbrace{(A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t))}_{\text{facteur oscillant à la pseudo-pulsation } \omega} = C e^{-\alpha t} \cos(\omega t + \varphi)$

• Pseudo-période : $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\alpha}{\omega_0}\right)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2Q}\right)^2}}$

• Décrément logarithmique par définition : $\delta = \ln \frac{x(t)}{x(t+T)}$

• Pour le régime pseudo-périodique : $\delta = \alpha T = \frac{2\pi\alpha}{\sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}} = \frac{\pi}{\sqrt{Q^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2}}$