MECANIQUE
SYSTEME MASSE-RESSORT AMORTI / RESONANCE
Travaux Pratiques

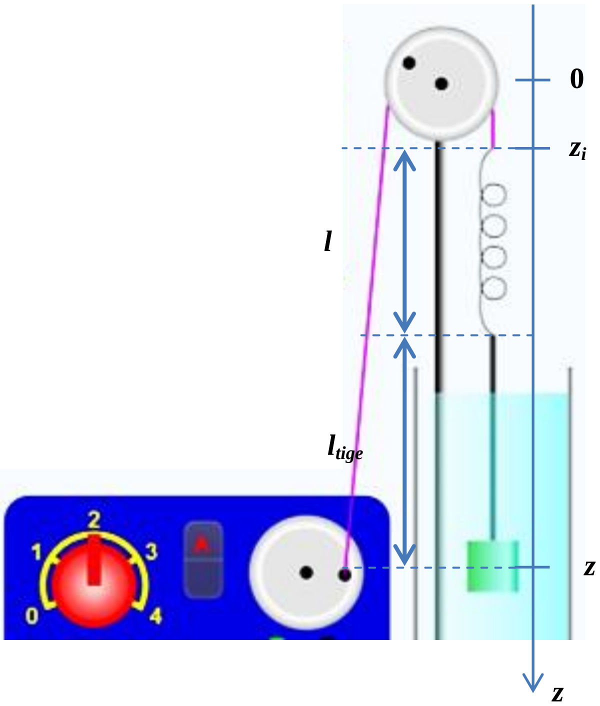
Objectifs

- Mettre en œuvre un dispositif expérimental mettant en évidence un phénomène de résonance,
- Observer une résonance en élongation, une résonance en vitesse,
- Modéliser un système oscillatoire amorti : déterminer sa fréquence propre et son facteur de qualité,
- Relier l'acuité d'une résonance forte au facteur de qualité,

Matériel

- 1 système masse ressort monté sur potence
- 1 éprouvette remplie d'eau + système de mesure de position
- 1 moteur + excentrique + poulie
- Masses + bouchon + rondelles
- 2 alimentations stabilisées
- 1 module d'acquisition + Latis pro
- 1 ordinateur

Montage



Le montage est le suivant :

L'excitation est réalisée par un moteur + excentrique. Le moteur est alimenté par une alimentation continue variable.

Une masse de 50 g est suspendue au ressort.
L'amortissement est réalisé par un ensemble bouchon + 2 rondelles plongeant dans l'eau.

Le système de mesure de position doit être alimenté par une alimentation continue de tension inférieure ou égale à 10V. Il renvoie une tension variable image de la position au système d'acquisition informatique.

✓ Réaliser le montage.

I) Mise en équation

En l'absence d'excitation, la position $\boldsymbol{z_i}$ s'écrit : $z_i = Z_0$.
En présence d'excitation, la position $\boldsymbol{z_i}$ s'écrit : $z_i = Z_0 + Acos(\omega t)$.
La force de frottement s'écrit : $\vec{f} = -h\vec{v}$.

1) Ecrire la relation entre z, z_i, l et l_{tige}.

2) A partir d'un raisonnement énergétique, montrer que la position d'équilibre $z_{éq}$ s'écrit :
$$z_{éq} = \frac{mg}{k} + Z_0 + l_{tige} + l_0$$
3) En l'absence d'excitation, et à partir d'un raisonnement énergétique, montrer que l'équation différentielle du mouvement s'écrit :
$$\ddot{z} + \frac{\omega_0}{Q}\dot{z} + {\omega_0}^2 z = {\omega_0}^2 z_{éq}$$
Exprimer ω_0 et Q en fonction de h, k et m.
4) En régime forcé, on pose : $Z = z - z_{éq}$; $\underline{Z} = Z_m e^{j(\omega t+\varphi)} = \underline{Z_m} e^{j\omega t}$.
Montrer que l'amplitude du mouvement Z_m peut s'écrire :
$$Z_m = \frac{A{\omega_0}^2}{\sqrt{({\omega_0}^2 - \omega^2)^2 + \left(\frac{\omega\omega_0}{Q}\right)^2}} = \frac{A}{\sqrt{(1-x^2)^2 + \left(\frac{x}{Q}\right)^2}}$$
avec : $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ pulsation réduite.
5) Déterminer la condition sur Q pour obtenir un phénomène de résonance d'amplitude.

II) Régime transitoire

- ✓ Le moteur étant éteint, réaliser l'acquisition de la position de la masse en **régime transitoire**.
- ✓ En déduire une première estimation de la fréquence propre et du facteur de qualité du système. Lorsque le système sera alimenté en régime sinusoïdal forcé, une résonance en élongation est-elle attendue ? Résonance en vitesse ?

III) Résonance en élongation

- ✓ Alimenter le moteur et ajuster le système afin de pouvoir observer correctement le **régime sinusoïdal forcé** à différentes fréquences.
- ✓ Faire varier la tension d'alimentation du moteur. Mesurer la période et l'amplitude d'oscillation de la masse pour différentes fréquences ; faire des mesures rapprochées au niveau de la résonance.
- ✓ Tracer la courbe *Amplitude Elongation* = fonction (*fréquence*).
- ✓ En déduire la fréquence de résonance, ainsi que le facteur de qualité. Comparer aux résultats du II).

IV) Résonance en vitesse

- ✓ Proposer une méthode permettant de relever l'amplitude de la vitesse en fonction de la fréquence.
- ✓ Tracer la courbe *Amplitude Vitesse* = fonction (*fréquence*).
- ✓ En déduire la fréquence de résonance, ainsi que le facteur de qualité. Comparer aux résultats des II) et III).