TP – Étude d'un ressort

NOM :

Un compte-rendu est à rendre pour ce TP

Dans ce TP, nous allons déterminer la constante de raideur d'un ressort, puis étudier la résonance en amplitude du système {masse, ressort}.

I) Détermination de la raideur d'un ressort

Dans cette partie, nous allons vérifier la loi de Hooke, donnant la force de rappel élastique qu'exerce un ressort.

Q1 Rappeler l'expression de la force exercée par un ressort. Illustrer à l'aide d'un schéma.

Accrocher diverses masses à un ressort. Pour chaque masse, mesurer la longueur du ressort.

Réaliser l'une des mesures devant le professeur. | I | C | E |

Q2 Sur Python, à l'aide de la fonction `np.polyfit` (aide en fin de sujet), effectuer une régression affine pour déterminer la constante de raideur k du ressort. Imprimer le graphe. Si l'imprimante ne marche pas, reproduire fidèlement sur votre compte rendu le graphe obtenu.

Appeler le professeur pour lui montrer le graphe. | I | C | E |

II) Étude en régime sinusoïdal forcé

1) Rappels théoriques

Soit un système {masse, ressort} soumis à une force de frottement fluide (de coefficient noté α) ainsi qu'à une excitation sinusoïdale de pulsation ω. En notant $z(t) = \ell(t) - \ell_{eq}$, un principe fondamental de la dynamique appliqué à la masse permet de montrer que :

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q}\,\frac{dz}{dt} + \omega_0^2\; z(t) = \frac{F_0}{m}\,\cos(\omega t) \quad \text{avec :} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad Q = \frac{\sqrt{km}}{\alpha}$$

En régime sinusoïdal établi, on a donc :

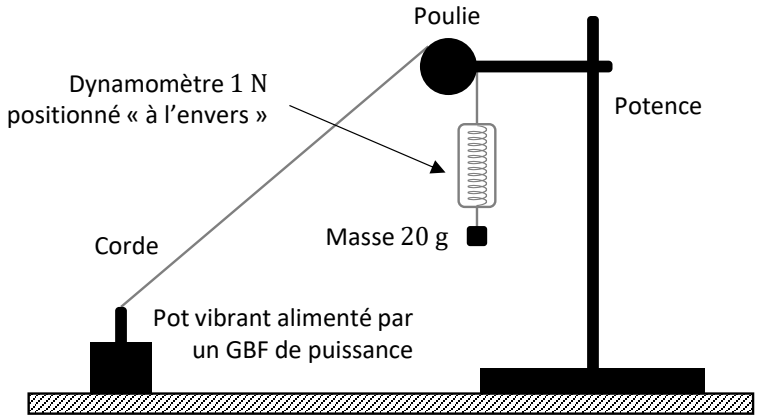
$$z(t) = \left|\underline{Z_m}\right|\;\cos\!\left(\omega t + \arg\!\left(\underline{Z_m}\right)\right) \quad \text{avec :} \quad \underline{Z_m} = \frac{F_0/m}{(\omega_0^2 - \omega^2) + \dfrac{i\omega\omega_0}{Q}}$$

Q3 Étudier les limites aux basses et aux hautes fréquences. En déduire la nature de ce « filtre ».

Q4 Dans la limite où $Q \to \infty$, montrer qu'il existe une résonance en amplitude et déterminer l'expression de la pulsation de résonance.

2) Étude de la résonance en amplitude

Réaliser le montage ci-dessous. Ne pas alimenter le pot vibrant pour l'instant.



Q5 Déplacer la masse de sa position d'équilibre et la lâcher sans vitesse initiale. Mesurer 10 à 20 périodes à l'aide d'un chronomètre. En déduire une valeur approchée de la fréquence propre f_0 du système, avec son incertitude-type associée.

Alimenter le pot vibrant à l'aide d'un GBF de puissance. Se placer à la fréquence propre de l'oscillateur et régler l'amplitude du GBF afin d'observer de grandes

oscillations, mais pas trop grandes, ce qui risquerait de faire tomber la masse. Faire attention également à ne pas dépasser la tension maximale autorisée par le pot vibrant.

Q6 Mesurer l'amplitude A des oscillations à l'aide d'une règle, pour différentes valeurs de fréquence autour de f_0. Tracer $A(f)$ dans Regressi. Imprimer le graphe. Si l'imprimante ne marche pas, reproduire fidèlement sur votre compte rendu le graphe obtenu.

Réaliser l'une des mesures devant le professeur.

I	C	E

Q7 Déterminer graphiquement la fréquence de résonance ainsi que les fréquences de coupure à -3 dB.

Aides pour Python

`import numpy as np` permet d'importer l'ensemble des fonctions du module numpy.

`len(u)` renvoie le nombre d'éléments contenus dans `u`.

`np.array(u)` crée un tableau numpy contenant les éléments de la liste `u`.

`a, b = np.polyfit(x, y, 1)` stocke dans les variables `a` et `b` le résultat de la régression affine $y = ax + b$.

`plt.plot(x, y, 'b-')` trace `y` en fonction de `x` avec un trait `'-'` bleu `'b'`. Il est possible de changer la couleur : rouge `'r'`, vert `'g'`, noir `'k'` et de remplacer le trait `'-'` par un trait pointillé `'--'` ou par un nuage de points `'o'`.