

TP de Physique n° 1 : Oscillateur harmonique, Analyse spectrale

Objectifs / compétences à acquérir :

- Tester expérimentalement une loi physique ; effectuer une régression linéaire.
- Mesurer la constante de raideur d'un ressort.
- Utiliser un générateur à basse fréquence (GBF).
- Utiliser un boîtier d'acquisition et un logiciel d'EXAO (Expérimentation Assistée par Ordinateur).
- Se familiariser avec la notion d'analyse spectrale (décomposition en séries de Fourier) en réalisant le spectre de signaux réels.
- Réaliser un compte rendu de TP clair, précis, comportant des schémas et des graphiques. Il pourra être rédigé à l'ordinateur ou à la main (du moment qu'il soit bien présenté). Un seul compte-rendu par binôme suffit. Si vous voulez imprimer des graphiques pendant le TP, copiez/collez les sur une même page (sous Word par exemple) et imprimez que cette page à la fin du TP. Si jamais l'imprimante de la salle ne marche pas, copiez votre document sur clé USB ou envoyez-vous le par email et imprimez le ailleurs : CDI, bibliothèque, chez vous...

I Loi de Hooke, mesure de la raideur d'un ressort, période d'un oscillateur :

1) À l'aide des différentes masses, proposez et mettez en œuvre un protocole pour simultanément tester la loi de Hooke et mesurer la constante de raideur k du ressort à votre disposition. Vous donnerez la valeur de k ainsi que l'incertitude associée à cette valeur.

Indication : comme très souvent en physique expérimentale, on essaiera de faire apparaître une droite, c'est à dire que l'on relèvera un ensemble de points expérimentaux qui, s'ils sont alignés, permettent de valider la loi que l'on désire tester.

Bien sûr, même si la loi est correcte, les points ne seront jamais rigoureusement alignés à cause des incertitudes de mesure : on utilisera donc un logiciel (par exemple Excel ou Regressi) pour effectuer une régression linéaire, c'est à dire déterminer la droite qui passe au plus près des points expérimentaux.

Le logiciel fournit en général un « coefficient de corrélation » (noté souvent R^2) qui, s'il est très proche de 1 (par exemple supérieur à 0,99) permet de confirmer l'alignement entre les points.

2) Avec une masse de votre choix, mesurez la période des oscillations du pendule élastique. Comparez la valeur mesurée à la valeur théorique (calculée à partir de m et de k). Compte tenu des incertitudes de mesure, l'écart est-il satisfaisant ?

II Analyse spectrale d'un signal électrique délivré par le GBF :

À l'aide d'un câble BNC-banane, reliez la sortie « OUTPUT 50 Ω » du générateur basses fréquences à la voie 1 du boîtier d'acquisition (qui est lui même connecté à l'ordinateur et sert de convertisseur analogique/numérique : il convertit le signal analogique délivré par le GBF en un signal numérique pour l'ordinateur).

1) Régler le GBF pour qu'il génère un signal sinusoïdal de fréquence 500 Hz.

À l'aide du logiciel Latis Pro, faites l'acquisition du signal sinusoïdal (vous enregistrerez une dizaine de périodes) en prenant soin de choisir correctement la durée d'acquisition ainsi que le temps d'échantillonnage. Que représente le temps d'échantillonnage T_e ? Comment devez-vous le choisir ?

Réalisez ensuite le spectre de ce signal. Qu'en pensez-vous ?

Rem : Tous les spectres (ou au moins des schémas de ceux-ci) devront figurer dans votre rapport, ainsi que les représentations des signaux auxquels ils correspondent.

2) Réglez à présent le GBF pour qu'il délivre un signal créneau de fréquence 500 Hz et faites l'acquisition de ce signal à l'ordinateur (toujours avec Latis Pro). Réalisez le spectre de ce signal et comparez-le au spectre du signal sinusoïdal ayant la même période.

Essayez de déterminer, pour le signal créneau, comment l'amplitude des différents harmoniques varie avec le rang de l'harmonique (i.e. comment les a_n varient avec n).

III Analyse spectrale d'un signal sonore :

Réglez le GBF pour qu'il délivre à présent un signal sinusoïdal de fréquence 440 Hz (c'est la fréquence du « La » d'un diapason). Alimentez le haut-parleur avec ce signal et écoutez la note qui est produite.

Chantez à présent cette note dans le microphone et enregistrez le signal de votre voix.

Commentez la forme du signal obtenu.

Réalisez le spectre du signal et déduisez-en si vous avez chanté juste. Comparez les spectres des voix de chacun des deux élèves du binôme. Qu'est ce qui caractérise, pour une note donnée, le « timbre » d'une voix ou d'un instrument de musique ?