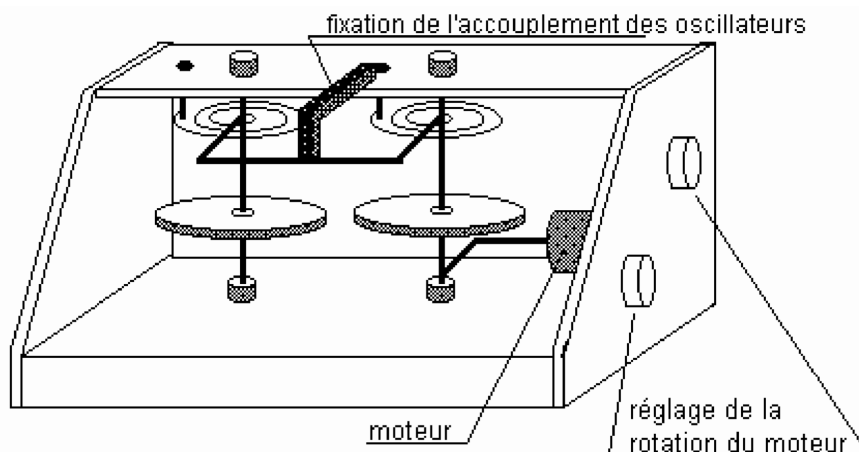


TP n°7-12 (B)

Oscillateurs amortis

connaissances requises	Mécanique du point et du solide (moment d'inertie, couple)
but du TP	Mesure de coefficient de frottement fluide, étude de pendule en régime sinusoïdal forcé, pendules couplés
matériel	Oscillateur à pendule de torsion, ponts diviseurs de tension pour la mesure, alimentation continue 10 V, Interface Foxy

Le dispositif est formé de deux pendules oscillants, chacun constitué d'une tige verticale maintenue par deux roulements à billes (supposés sans frottement) et sur laquelle on a fixé un disque ainsi qu'un ressort hélicoïdal pour obtenir un couple de rappel. Un des deux oscillateurs peut être relié à un moteur pour obtenir des oscillations forcées. Les deux oscillateurs peuvent également être couplés à l'aide d'une tige que l'on fixe sur la partie supérieure.



La base des tiges est associée à un potentiomètre (supposé sans frottement) ce qui permet d'enregistrer, à l'aide de l'interface Foxy, une tension directement proportionnelle à l'angle de rotation θ de la tige. L'application du théorème du moment cinétique à un pendule seul donne, sur l'axe vertical :

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + \alpha \frac{d\theta}{dt} + C\theta = 0$$

où J est le moment d'inertie du pendule, α un coefficient de frottement fluide et C le couple de torsion induit par le ressort hélicoïdal.

1) Préliminaires

1 - Détermination du moment d'inertie

On considère les deux oscillateurs identiques et on ne cherche donc le moment d'inertie que d'un seul dispositif.

- ♣ Vérifier l'isochronisme des petites oscillations en lâchant l'oscillateur de gauche avec des amplitudes initiales différentes (ne pas dépasser 30°) et en mesurant à chaque fois la période T . Lier cette période aux paramètres du système.
- ♣ Placer deux masses sur le disque de l'oscillateur et recommencer la mesure de la période pour une petite amplitude d'oscillation. Connaissant la valeur de la masse ajoutée (supposée ponctuelle) ainsi que la distance à l'axe, déterminer le moment d'inertie J_m des deux masses.

- ♣ En déduire le moment d'inertie J de l'oscillateur.

⚠ **Enlever la masse pour la suite des expériences.** ⚠

2 - Étude des frottements

Les frottements sont obtenus à l'aide des deux aimants qui se placent de part et d'autre du disque et qui génèrent des courants de Foucault. On peut négliger les frottements solides vis à vis de ces frottements. C'est d'ailleurs l'intérêt d'introduire des frottements "connus" pour pouvoir négliger tous les autres.

- ♣ Lâcher l'oscillateur de gauche avec un angle d'environ 30° et tracer la courbe de l'amplitude en fonction du temps.
- ♣ Quelle est la forme générale de $\theta(t)$? L'écrire en fonction de α , de J et d'autres constantes éventuelles.
- ♣ Mesurer le décrément logarithmique δ et en déduire la valeur du coefficient de frottement α (relier le temps caractéristique du régime oscillatoire à α d'une part et à δ d'autre part).

Rappel : le décrément logarithmique est défini par :

$$\delta = \ln \left(\frac{A(t)}{A(t+T)} \right)$$

où $A(t)$ et $A(t+T)$ sont respectivement les amplitudes à un instant t et après une oscillation (pris en général aux maxima d'amplitude).

2) Oscillations forcées

On associe dans cette partie le pendule de droite au moteur. Une commande sert à embrayer le moteur et l'autre (graduée) à régler la fréquence à imposer. Faire l'étude avec les aimants.

- ♣ L'oscillateur étant au repos, démarrer le moteur en le gardant, à l'aide des commandes, à vitesse constante.
- ♣ Tracer la réponse de l'oscillateur pendant le régime transitoire et déterminer la fréquence du régime établi.
- ♣ Mesurer l'amplitude du régime établi en fonction de différentes fréquences d'excitation du moteur. Tracer la courbe de l'amplitude en fonction de la fréquence et en déduire la fréquence de résonance du système.

3) Oscillateurs couplés (bonus)

On associe les deux oscillateurs à l'aide de la tige placée dans la partie supérieure du montage et on enlève les aimants.

- ♣ Écarter l'oscillateur de droite de 30° en gardant celui de gauche à sa position d'équilibre. Lâcher les deux oscillateurs simultanément et tracer (à l'aide de l'interface Expert) la réponse des deux oscillateurs.
- ♣ Refaire la même expérience en lâchant les deux oscillateurs avec des angles respectifs de 30° et -30° . Qu'observe-t-on ?
- ♣ On accouple l'oscillateur de droite au moteur. Se placer à la fréquence de résonance calculée dans le cas du régime libre et tracer la réponse des deux oscillateurs. Interpréter le phénomène de battement.