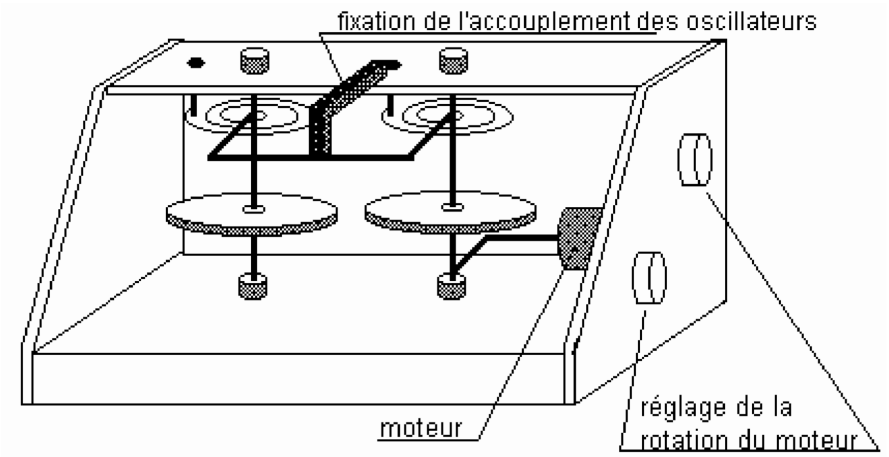
TP n°7-12 (B)
Oscillateurs amortis

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 :

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

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

On considère les deux oscillateurs identiques et on cherche à estimer J, α et C pour un seul des oscillateurs (celui côté moteur). Les oscillateurs ne sont pas couplés pour le moment.
On admet que le moment d'inertie d'une masse m ponctuelle située à une distance r de l'axe de rotation vaut $J_0 = mr^2$.

Détermination du moment d'inertie

C'est à vous !

- Vérifier l'isochronisme des petites oscillations en lâchant l'oscillateur avec des amplitudes initiales différentes (ne pas dépasser 30°) et en mesurant à chaque fois la période T.
- Placer deux masses sur le disque de l'oscillateur et mesurer la période T' pour une petite amplitude d'oscillation.

- Exprimer le moment d'inertie J_m des deux masses en fonction de leur masse m et de leur distance r à l'axe de rotation.
- Lier les périodes T et T' aux paramètres du système.
- En déduire le moment d'inertie J de l'oscillateur seul.

⚠ Enlever les masses pour la suite des expériences. ⚠

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. On introduit le décrément logarithmique défini par : $\delta_n = \ln\left(\frac{A(t)}{A(t+nT)}\right)$ où $A(t)$ et $A(t+nT)$ sont respectivement les amplitudes à un instant t et après n oscillations (pris en général aux maxima d'amplitude).

- Quelle est la forme générale de $\theta(t)$? L'écrire en fonction de α, de J et d'autres constantes éventuelles.

C'est à vous !

- Lâcher l'oscillateur avec un angle d'environ 30° et tracer l'évolution de l'amplitude en fonction du temps.
- Mesurer le décrément logarithmique δ_n et le tracer en fonction de n.

- En déduire la valeur du coefficient de frottement α.

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. Les pendules ne sont toujours pas couplés.

C'est à vous !

- Tracer la réponse de l'oscillateur lorsque le moteur est mis en marche. Identifier les deux régimes et déterminer la fréquence du régime permanent. Que remarque-t-on ?
- Mesurer l'amplitude du régime permanent 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

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

C'est à vous !

- Écarter l'oscillateur de droite de 30° en gardant celui de gauche à sa position de repos. Lâcher les deux oscillateurs simultanément et tracer 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.