

TP n° 11 de Physique - Mécanique

Mesure de moment d'inertie

Objectif du TP

Les chapitres de mécanique du solide permet une ouverture du cours de Mécanique vers des systèmes plus proches de la réalité quotidienne. Dans ces chapitres, l'étude des mouvements de rotation propre des solides autour d'un axe fixe a une place centrale. La notion de moment d'inertie et celle de couple de torsion sont ainsi essentielles.

Cette séance de TP permet de réaliser une mesure de moment d'inertie sur un montage à fil de torsion.

Matériel à disposition

Le matériel à disposition est pour ce TP est constitué de :

- un fil de torsion vertical, de constante de torsion C , disposant d'un bras horizontal symétrique à mi-hauteur
- deux masses à positionner sur le bras à une distance réglable
- une balance à affichage numérique
- un chronomètre

1 Mesure du moment d'inertie à partir de l'oscillation

On choisit dans cette manipulation d'utiliser le fil de torsion en deux montages : un premier sans masse supplémentaire et un avec deux masses positionnées sur le bras. On appelle J le moment cinétique du bras horizontal et de son système de fixation sur le fil de torsion, C la constante de torsion du fil.

- P1** Faire un schéma du montage. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par le système. En déduire la période des oscillations libres en fonction de J et de C .
- P2** On ajoute deux masses m symétriquement sur chaque côté du bras horizontal à une distance d de l'axe. Faire un schéma du montage. Déterminer le nouveau moment d'inertie global. En déduire la nouvelle expression de la période des oscillations libres.
- P3** On imagine avoir mesuré les périodes T_1 et T_2 pour les deux montages des questions précédentes. Déterminer les expressions de C et J en fonction de T_1 et T_2 . Pourquoi a-t-on intérêt à placer les masses aux extrémités du bras horizontal ?
- M1** Réaliser la mesure de la période T_1 des oscillations libres sans masse sur le bras horizontal. Évaluer la variabilité de cette grandeur.
- M2** Peser les masses à disposition. Réaliser la mesure de la période T_2 des oscillations libres avec ces masses placées aux extrémités du bras horizontal. Évaluer la variabilité de toutes ces grandeurs.
- A1** En déduire les valeurs de C et de J ainsi que leurs incertitudes-types. On pourra utiliser un script Python ou le calcul direct.

2 Mesure de la constante de torsion en utilisant une régression linéaire

On souhaite enfin utiliser la technique de la régression linéaire pour déterminer la constante de torsion. Pour cela, on réalise 6 mesures de périodes différentes pour 6 positions des masses.

- P4** Quelles grandeurs doit-on positionner en ordonnée et en abscisse afin d'obtenir simplement la constante de torsion comme coefficient de la régression attendue ?
- M3** Réaliser les relevés nécessaires. Évaluer la variabilité à chaque mesure.
- A2** Tracer la régression et déterminer la constante de torsion ainsi que son incertitude-type associée.
- A3** Comparer les résultats expérimentaux obtenus.