

---

# **LABORATOIRE 7**

## **LE MOMENT D'INERTIE**

### **But**

Vérifier la formule théorique du moment d'inertie d'un corps.

### **THÉORIE**

Lorsqu'on exerce une force  $F$  sur un solide libre de tourner autour d'un axe, le moment de force est donné par

$$\tau = Fr \sin \theta \quad (1)$$

où  $r$  est la distance entre l'axe et le point d'application de la force et  $\theta$  l'angle entre le rayon et la direction de la force.

Sous l'action du moment de force  $\tau$ , le solide subit une accélération angulaire  $\alpha$  donnée par

$$\tau = I\alpha \quad (2)$$

où  $I$  est une constante caractéristique du solide et de la position de son axe de rotation qu'on appelle le moment d'inertie. Il est possible de calculer théoriquement le moment d'inertie. Ce moment est donné par

$$I = \sum_{\text{volume}} mr^2 \quad (3)$$

## 7 - Le moment d'inertie

où  $r$  est la distance entre l'axe de rotation et notre petite masse  $\Delta m$ . Cette somme est parfois difficile à calculer, mais il y a quand même du monde pour faire ce sale boulot.

### MÉTHODE UTILISÉE

Nous utiliserons le même montage que celui utilisé lors de l'expérience sur la force centripète, mais modifié un peu. Ainsi, nous enlèverons le ressort et la masse suspendue et ajouter une masse au support horizontal et le centrer. L'ensemble peut tourner autour de l'axe de la tige. Un fil enroulé autour de la tige est relié à une masse  $m$  suspendue verticalement. Sous l'effet de son poids, la masse  $M$  descend d'une hauteur  $h$  et provoque la rotation du système.

Le moment de force exercé sur l'objet est

$$\tau = Tr \quad (4)$$

où  $T$  est la tension du fil et  $r$  le rayon de la tige. Attention, la tension n'est pas simplement donnée par  $mg$  puisque notre masse  $m$  descend avec une certaine accélération. Il faut plutôt utiliser

$$mg - T = ma \quad (5)$$

pour calculer la tension.

Il faut donc connaître l'accélération de notre masse  $m$  pour bien calculer la tension de la corde. Pour ce faire, nous allons mesurer le temps pris par notre masse suspendue pour atteindre le sol. Ce temps devrait être en accord avec  $h = \frac{1}{2} at^2$ . Ainsi on obtient

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (6)$$

Comme le fil ne s'étire pas, le fil a également cette accélération. Comme le fil est attaché à la tige de fer, on doit avoir

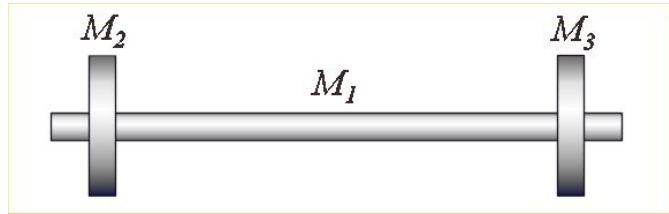
$$a = ar \quad (7)$$

Ainsi, lorsqu'on connaît l'accélération  $a$ , nous pouvons calculer  $\alpha$  selon l'équation 7. Nous pouvons également calculer  $T$  selon l'équation 5, ce qui nous permet ensuite de calculer le moment de force (équation 4). Puisque nous connaissons maintenant le moment de force ainsi que l'accélération angulaire, nous pouvons calculer le moment d'inertie selon

## 7 - Le moment d'inertie

l'équation 2.

Ce moment d'inertie devrait être en accord avec le moment d'inertie théorique de l'objet. Notre objet est de la forme ci-contre. Il est composé de trois objets séparés. Il faut calculer le moment d'inertie de chacun de ces objets, puis les additionner pour avoir le moment d'inertie total. Nous allons considérer  $M_1$  comme une tige et les  $M_2$  comme des masses ponctuelles à une distance  $R$  de l'axe de rotation (bien que cela ne soit pas exactement vrai...). Ainsi le moment d'inertie totale est



$$I = \frac{1}{12} M_1 L^2 + M_2 R^2 + M_3 R^2 \quad (8)$$

où  $L$  est la longueur de la tige. Dans ce calcul, on a négligé le moment d'inertie de la tige verticale, qui n'est pas très grand comparé aux autres moments d'inertie.

### Appareils

- Montage pour force centripète et moment d'inertie
- Chronomètre
- Règle
- Masse et support
- Balance  
Incertitude  $\pm 0,1$  g
- Micromètre  
Incertitude  $\pm 0,002$  mm

## MANIPULATIONS

- Mesurez la longueur et la masse de la tige horizontale (celle avec des filets)

$$L = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

$$M_1 = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

- Ajoutez la tige horizontale et centrez-la sur le montage. Mesurez la masse (masse de 100g et les écrous) des masses que vous ajouterez sur la tige.

$$M_2 = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

$$M_3 = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

- En utilisant les écrous, fixez deux masses de 100g à une certaine distance du centre de la tige. Mesurez la distance entre les masses et le milieu de la tige.

$$R = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

- Attachez une corde de 130 cm à la tige verticale et enroulez plusieurs tours. Attachez l'autre extrémité une masse de 200 g.

$$m = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

- Laissez descendre le support en mesurant le temps et la distance de chute de la masse  $m$ .

$$h = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

$$t = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

- Il ne reste plus qu'à mesurer le diamètre de la tige verticale.

$$d = \underline{\hspace{2cm} \pm \hspace{2cm}} .$$

## RÉSULTATS

Donnez les valeurs suivantes :

- La longueur de la tige horizontale ( $L$ )
- La masse de la tige horizontale ( $M_1$ )
- La masse de la première masse de 100g et les écrous ( $M_2$ )
- La masse de la deuxième masse de 100g et les écrous ( $M_3$ )
- La distance entre les masses de 100g et l'axe de rotation ( $R$ )
- La masse suspendue ( $m$ )
- La hauteur de la masse suspendue ( $h$ )
- Le temps de chute ( $t$ )
- Le diamètre de la tige ( $d$ )

## CALCULS

- Calculez l'accélération de la masse suspendue (équation 6).
- Calculez l'accélération angulaire (équation 7).
- Calculez la tension de la corde (équation 5).
- À partir de la tension, calculez le moment de force (équation 4).
- À partir du moment de force et de l'accélération angulaire, calculez le moment d'inertie (équation 2).
- Calculez le moment d'inertie théorique à partir des dimensions et des masses de l'objet (équation 8).

## ANALYSE DES RÉSULTATS

- Comparez vos deux valeurs du moment d'inertie.

7 - Le moment d'inertie

RÉSULTATS

Noms des membres de l'équipe: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$L =$  \_\_\_\_\_

$M_1 =$  \_\_\_\_\_

$M_2 =$  \_\_\_\_\_

$M_3 =$  \_\_\_\_\_

$R =$  \_\_\_\_\_

$m =$  \_\_\_\_\_

$h =$  \_\_\_\_\_

$t =$  \_\_\_\_\_

$d =$  \_\_\_\_\_