

Julien GUERET et Léonie RINGUEDE

- Mesure de l'accélération angulaire d'un solide en rotation et étude de moments d'inertie.

Table des matières

1	Objectifs du montage	1
2	Utilisation dans un montage	1
3	Présentation de l'expérience	1
4	Remarques correcteur	3
5	Bibliographie pour l'expérience	3

1 Objectifs du montage

- ▷ Utiliser des fourches optiques pour mesurer l'accélération angulaire d'une tige en rotation.
- ▷ Retrouver une loi théorique reliant l'accélération angulaire et la masse qui tombe, pour pouvoir mesurer le moment d'inertie du système en rotation.

2 Utilisation dans un montage

Les expériences présentées peuvent être utilisées dans les montages suivants :

- ▷ Montage 2 : *Dynamique du solide en rotation.*
- ▷ Montage 6 : *Mesures d'accéléérations.*

3 Présentation de l'expérience

Tout d'abord, voici une schématisation du dispositif expérimental :

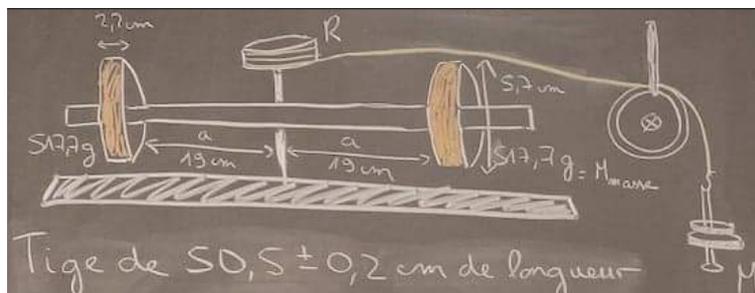


Fig. 1 – Schéma du dispositif expérimental.

La chute de la masse M entraîne la rotation du cylindre métallique sur lequel se trouve deux masses de 0.5177 kg. Pour un tel système, il est possible de déterminer théoriquement **une expression littérale du moment d'inertie**. Nous avons :

$$J_s = 2a^2 M_{masse} + 2M_{masse} \left(\frac{R_{masse}^2}{4} + \frac{h_{masse}^2}{12} \right) + M_{tige} \left(\frac{R_{tige}^2}{4} + \frac{h_{tige}^2}{12} \right) \quad (3.1)$$

où a est la distance entre l'axe de rotation et les masses portées par le cylindre métallique. En mesurant tous les paramètres nous obtenons $J_{s,mes} = 0.0409 \pm 0.0004 \text{ kg.m}^2$. Il serait possible d'affiner ce résultat en retranchant des bouts de cylindre que l'on a compté deux fois, mais pour l'ordre de grandeur souhaité la formule est exploitable telle quelle.

Si on applique le **principe fondamentale de la dynamique sur la masse M** et si on applique le **théorème du moment cinétique sur le dispositif en rotation** on peut montrer l'expression suivante :

$$\frac{1}{\ddot{\theta}} = \frac{J_s}{Rg} \frac{1}{M} + \frac{R}{g}. \quad (3.2)$$

L'objectif ici est de retrouver expérimentalement ce comportement en traçant $\frac{1}{\ddot{\theta}}$ en fonction de $\frac{1}{M}$. Bien qu'il y ait dans l'expression théorique une ordonnée à l'origine, celle-ci ne sera jamais exploitable par les graphiques obtenus (défaut du modèle?).

Pour mesurer la masse M on utilise **une balance de précision** et pour relever θ en fonction du temps on utilise **une fourche optique relié à l'oscilloscope**.

Par ailleurs, comme le mouvement est **uniformément accéléré**, si l'on trace θ en fonction de t^2 , la pente obtenue sera égale à deux fois la valeur de $\ddot{\theta} = cste$ (En effet, $\ddot{\theta}(t) = C \Rightarrow \theta(t) = \frac{C}{2} \times t^2 + K$). Nous obtenons les graphes expérimentaux suivants :

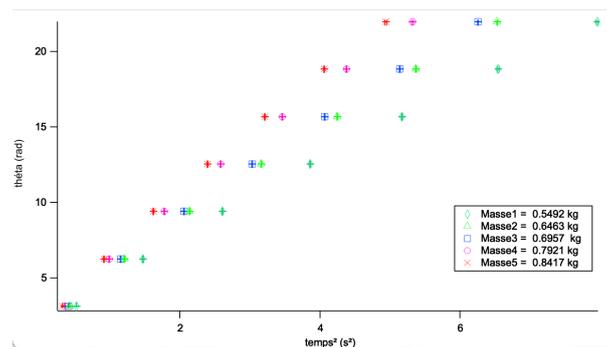


Fig. 2 – Modélisation des courbes θ en fonction de t^2 pour différentes masses M .

Ainsi, deux fois la pente de cette modélisation nous renseigne sur la valeur de $\ddot{\theta}$. On trace donc :

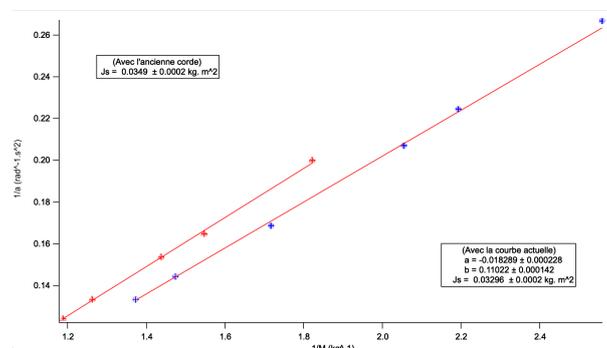


Fig. 3 – Modélisation de la courbe $\frac{1}{\theta}$ en fonction de $\frac{1}{M}$.

Ainsi avec cette modélisation, $b = \frac{J_s}{Rg} \Rightarrow J_{s,exp} = 0.0329 \pm 0.0002 \text{ kg.m}^2$. L'incertitude sur J_s est donnée par : $\frac{u(J_s)}{J_s} = \sqrt{\left(\frac{u(R)}{R}\right)^2 + \left(\frac{u(b)}{b}\right)^2}$. **Le résultat est plutôt satisfaisant !**

Remarque : on a observé expérimentalement que l'ordonnée à l'origine et la pente changent légèrement en fonction de la nature de la corde qui tient la masse M qui tombe.

4 Remarques correcteur

- ▷ Il faudrait mener les expériences sur les plus petits rayons de cylindres ou tout du moins comprendre pourquoi le modèle ne fonctionne plus. Il est possible que cela réside dans le fait que les courbes de θ en fonction de t^2 ne sont pas exactement des droites.
- ▷ Le Z score doit être maîtrisé si ce n'est utilisé.
- ▷ Il est possible de retrouver la vitesse angulaire à partir des relevés des fourches optiques.

5 Bibliographie pour l'expérience

Le document consulté pour ce montage a été :

- ▷ Le polycopié "Système en rotation", rapport corrigé d'une épreuve orale de concours sur cette expérience.

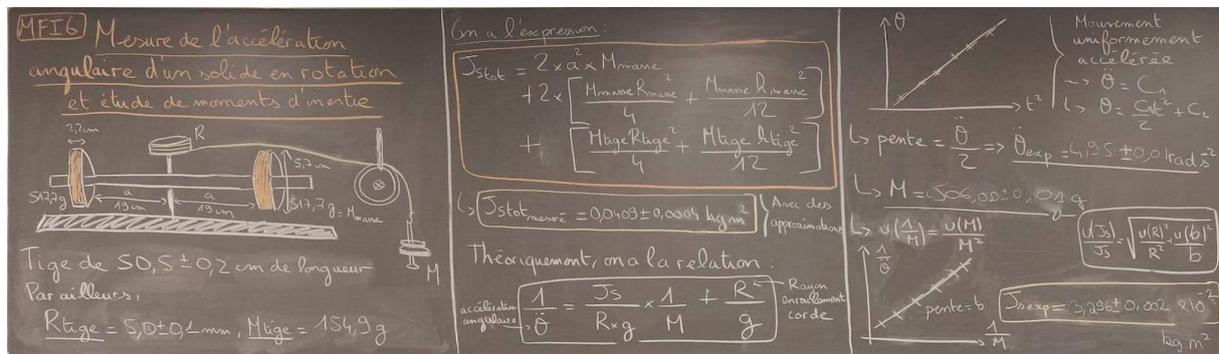


Fig. 4 – Tableau de la présentation orale.

Fin de la fiche synthèse.

