



TP 18 - Oscillations d'un pendule pesant

OBJECTIFS : Mesurer le moment d'inertie d'un pendule pesant

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Mesurer une période.
- Établir l'équation du mouvement du pendule. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.

Matériel :

- Pendule pesant
- Potence
- Chronomètre
- Fil à plomb
- Balance

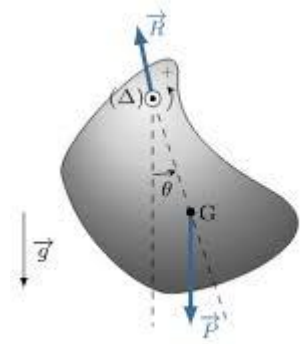
Rappels du cours

Un pendule pesant est un solide en rotation autour d'un axe fixe horizontal, Δ .

Système étudié : le solide en rotation autour de Δ , de masse m , de centre de masse G ($OG = l$) et de moment d'inertie J_{Δ} par rapport à l'axe Δ .

Référentiel : terrestre supposé galiléen

On suppose la liaison pivot idéale. On néglige tout autre frottement.



En appliquant le TMC scalaire selon l'axe Δ , on obtient l'équation différentielle suivante :

$$\ddot{\theta} + \frac{mgl}{J_{\Delta}} \sin \theta = 0$$

Complément :

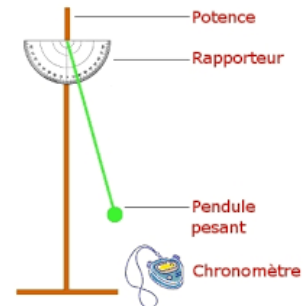
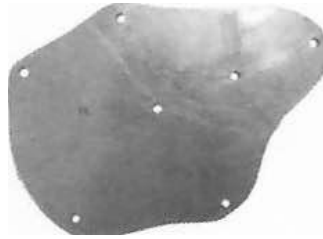
Le **théorème de Huygens** stipule que si le moment d'inertie par rapport à un axe (G_z) passant par le centre de masse G d'un solide de masse m vaut J_{Gz} , alors le moment d'inertie de ce solide par rapport à un axe parallèle à l'axe précédent, distant de l'axe (G_z) de d et passant par un point O est :

$$J_{Oz} = J_{Gz} + md^2$$

I. Le pendule pesant

1. Petites oscillations

Le pendule pesant proposé au lycée est une plaque épaisse métallique percée de 7 trous (l'un d'entre eux passe par le centre de gravité G de la plaque). On dispose d'une petite tige horizontale qui permet, en la passant par n'importe lequel de ces trous, d'obtenir une position d'équilibre de cet objet soumis uniquement à son poids et à la réaction de l'axe. On appellera (Oz) l'axe passant par le trou O et porté par la tige horizontale.



On dispose d'un système composé d'une potence, d'une tige horizontale, d'un chronomètre. On fait passer la tige horizontale par un des trous du solide.

- Q1.** Pourquoi souhaite-t-on que l'écart angulaire initial θ_0 reste inférieur à 15° ?
Q2. Donner dans ce cas la loi du mouvement $\theta(t)$. Quelle est la période des oscillations ?

2. Centre de masse du pendule pesant

- Q3.** Que se passe-t-il si la tige passe par le centre de masse G ?
Q4. Que peut-on dire de la droite (OG) à l'équilibre ?

→ Proposer un protocole pour déterminer le centre de masse et le mettre en œuvre.
 → Pour vérifier, on passe la tige par G et on écarte le solide de sa position d'équilibre : que se passe-t-il ?

II. Détermination du moment d'inertie

1. Première mesure

→ Peser le solide étudié (on note m la masse)
 → Faire passer la tige par un trou noté O_1 et mesurer la distance O_1G .
 → Ecarter le pendule de sa position d'équilibre. Mesurer la période des petites oscillations.
 → Reproduire 5 fois l'expérience.

- Q5.** La période mesurée dépend-elle de l'amplitude des oscillations ?
Q6. Dédurre de vos mesures le moment d'inertie par rapport à l'axe O_1z et l'incertitude associée.

2. Théorème de Huygens

→ Proposer un protocole pour vérifier le théorème de Huygens et le mettre en œuvre.

- Q7.** Vérifier le théorème de Huygens à l'aide d'une régression linéaire.
Q8. Déterminer le moment d'inertie par rapport à l'axe horizontal passant par le centre de masse G .