

Étude du Pendule Simple :
Analyse des Oscillations
Harmoniques
Rapport du Laboratoire

Cătălin Bozan, Liviu Arsenescu
05.03.2024

1 Objectifs du laboratoire

- Démontrer expérimentalement le fait que la période ne dépend pas de la masse
- Vérifier la formule de la période d'un pendule
- Trouver l'accélération gravitationnelle de la terre

2 Éléments théoriques

2.1 Les différentes quantités rencontrées

- θ - l'angle entre la verticale et le pendule
- L - la longueur du fil
- T - la période du pendule
- m - masse d'objet
- s - la position de la masse
- g - l'accélération gravitationnelle

2.2 La formule fondamentale du pendule

La position de la masse suspendue est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$s = L\theta,$$

La deuxième loi de Newton ($\sum_{i=1}^n F_i = ma$) selon l'axe tangentielle s'écrit:

$$-mg\sin(\theta) = m\frac{d^2s}{dt^2}$$

où $-mg\sin(\theta)$ est l'équation obtenue pour la seule force agissant sur l'objet (P - poids), et $\frac{d^2s}{dt^2}$ est l'accélération totale du système, obtenue en dérivant deux fois la position.

On sait que $\frac{d^2s}{dt^2} = L\frac{d^2\theta}{dt^2}$ (L - constante). Alors:

$$\begin{aligned} -mg\sin(\theta) &= mL\frac{d^2\theta}{dt^2} \\ -\frac{g}{L}\sin(\theta) &= \frac{d^2\theta}{dt^2} \\ \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\sin(\theta) &= 0 \end{aligned}$$

Pour notre expérience, nous n'utilisons que de petits angles, ce qui nous permet de faire l'approximation suivante: $\sin(\theta) \approx \theta$. Le pendule simple devient alors un système oscillatoire harmonique, décrit par l'équation suivante:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\theta = 0$$

En comparant cette équation avec l'équation du mouvement oscillatoire harmonique ($\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x(t) = 0$), nous obtenons:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Cette approche mathématique permet de tirer les conclusions suivantes:

- La période ne dépend pas de la masse de l'objet
- La période est proportionnelle à la racine carrée de la longueur
- Nous pouvons estimer expérimentalement la norme d'accélération gravitationnelle à l'aide de la formule:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

3 Manipulation

3.1 Matériel

- Socle
- Tiges
- Noix-double
- Tige-pince
- Diverses masses
- Fil non élastique
- Ruban métrique
- Camera vidéo
- Ordinateur

3.2 Configuration

La tige est fixée verticalement au socle. En utilisant la noix-double, on fixe horizontalement

4 Mesures

4.1 Manière de mesurer

5 Analyse des mesures et résultats

6 Synthèse et conclusion