

TP03 – Étude des Oscillations Libres et Forcées d'un Pendule de Pohl

But du TP

Ce travail pratique vise à :

- Explorer le comportement oscillatoire d'un système mécanique.
- Observer l'évolution de l'amplitude en fonction du temps pour différents niveaux d'amortissement.
- Déterminer graphiquement le décrément logarithmique et le coefficient d'amortissement.

Rappel Théorique

Lorsqu'un pendule de torsion est déplacé de sa position d'équilibre et relâché sans vitesse initiale, il oscille autour de cette position sous l'effet du couple de torsion.

L'équation du mouvement s'écrit :

$$J \cdot \ddot{\theta} + C \cdot \theta = 0$$

où :

- **J** est le moment d'inertie,
- **C** est la constante de torsion,
- **θ** est l'angle de déviation.

Cette équation correspond à celle d'un oscillateur harmonique simple :

$$\ddot{\theta} + \omega_0^2 \cdot \theta = 0$$

Sa solution est :

$$\theta(t) = \theta_0 \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$$

avec :

- $\omega_0 = \sqrt{C/J}$: pulsation propre
- $T_0 = 2\pi/\omega_0$: période propre

En tenant compte de l'amortissement,

l'équation devient :

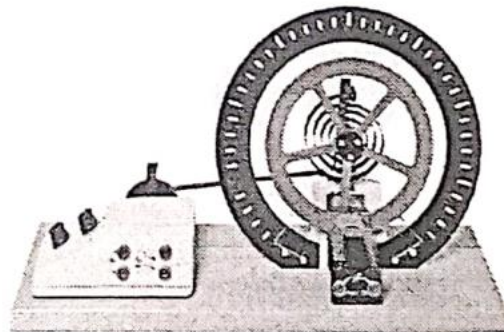
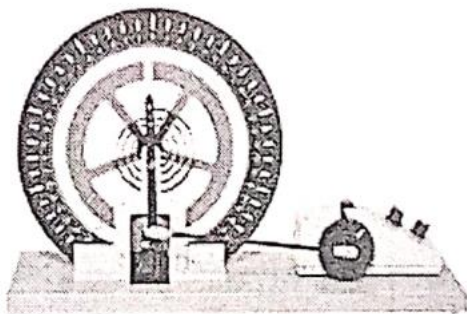
$$\ddot{\theta} + 2\lambda \cdot \dot{\theta} + \omega_0^2 \cdot \theta = 0$$

La solution prend alors la forme :

$$\theta(t) = \theta_0 \cdot e^{(-\lambda \cdot t)} \cdot \cos(\omega_a \cdot t + \varphi)$$

Matériel Utilisé

- Pendule de torsion avec moteur électrique (fréquence : 0,5 Hz)
- Bobine pour simuler l'amortissement
- Source d'alimentation, Volt-mètre, Chronomètre





Déroulement de l'Expérience

A. Oscillations libres sans amortissement

1. Appliquer une torsion initiale (θ_0), relâcher le pendule et mesurer le temps nécessaire pour 7 oscillations. Répéter l'opération trois fois pour chaque angle :

T(s) durée de 5 périodes	$\theta_0 = 17^\circ$	$\theta_0 = 14^\circ$	$\theta_0 = 9^\circ$
$t_1(s)$			
$t_2(s)$			
$t_3(s)$			
$T_0(s)$ durée d'une oscillation			

2. Calculer la période propre (T_0) pour chaque cas. Est-elle influencée par l'angle initial ?

3. Pour ($\theta_0 = 17^\circ$), relever les amplitudes maximales des cinq premières oscillations :

t(s)	θ	T	2T	3T	4T	5T
θ_{max1}	17					
θ_{max2}	17					
θ_{max3}	17					
θ_{moy}	17					

4. Interpréter les résultats et conclure.

B. Oscillations libres avec amortissement

1. Alimenter la bobine avec un courant de 0,4 A. Pour ($\theta_0 = 17^\circ$), mesurer la durée de 5 oscillations :

T(s) durée de 5 périodes	$\theta_0 = 17^\circ$
$t_1(s)$	
$t_2(s)$	
$t_3(s)$	
$T_0(s)$ durée d'une oscillation	

2. Relever les amplitudes maximales des cinq premières oscillations :

t(s)	θ	T_a	$2T_a$	$3T_a$	$4T_a$	$5T_a$
$\theta_{\max 1}$	17					
$\theta_{\max 2}$	17					
$\theta_{\max 3}$	17					
θ_{moy}	17					

3. Calculer le décrément logarithmique :

$$D = (1/n) \times \ln(\theta(t) / \theta(t + n \cdot T_a))$$

4. Déterminer la pseudo-période (T_a), ainsi que ses incertitudes absolue et relative.

5. En déduire le facteur d'amortissement (λ).

C. Oscillations forcées

1. Régler la tension à 11 V. Mesurer l'amplitude après plusieurs oscillations :

Nombre d'oscillation	5	10	15	20
t				
A				

- Observer l'évolution de l'amplitude en fonction du temps.
- Décrire la nature du mouvement.
- Calculer la fréquence du pendule et la comparer à celle du moteur.

2. Faire varier la tension. Pour ($\theta_0 = 17^\circ$), mesurer la période et l'amplitude après une minute :

V(volt)	6	7	8	9	10	11	12
T(s)							
f(Hz)							
θ							

- Tracer le graphe ($\theta = f(f)$)
- Calculer la largeur (Δf) et le facteur de qualité (Q)
- Déterminer la fréquence de résonance