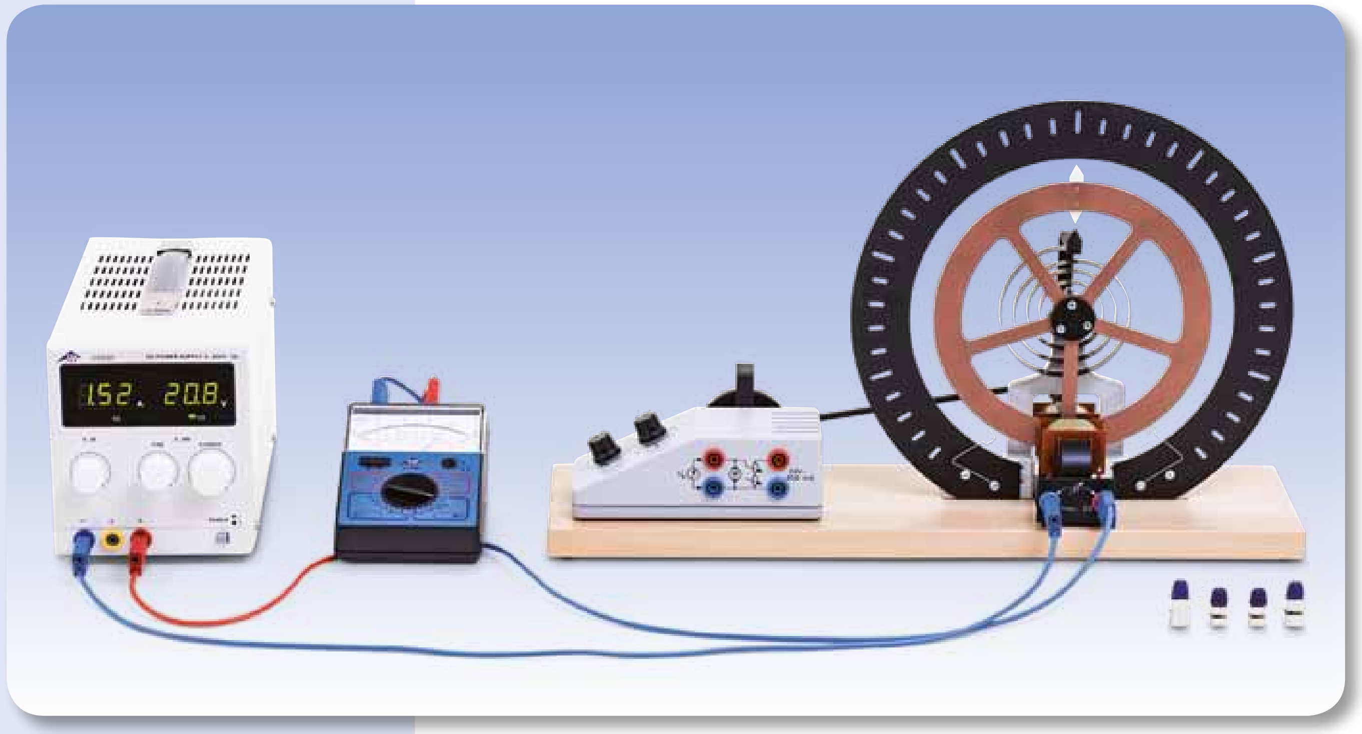
UE1050500 PENDULE TOURNANT D'APRES POHL



EXERCICES

- **Mesurer le temps d'oscillation *T* pour différentes déviations et vitesses initiales.**
- **Déterminer la constante d'atténuation δ du pendule tournant atténué.**

OBJECTIF

Mesurer et analyser des oscillations tournantes harmoniques libres

RESUME

Le pendule tournant d'après Pohl permet d'étudier des oscillations tournantes harmoniques libres. Seuls le couple de rotation de rappel d'un ressort en volute et le couple de rotation atténuant d'un frein à courant de Foucault réglable agissent sur le pendule. Dans l'expérience, nous allons démontrer l'indépendance du temps d'oscillation vis-à-vis de la déviation et la vitesse initiales et analyser l'atténuation des amplitudes d'oscillation.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Pendule tournant d'après Pohl	**1002956**
1	Chronomètre mécanique, 15 min	**1003369**
1	Alimentation CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	**1003312 ou**
	Alimentation CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	**1003311**
1	Multimètre analogique AM50	**1003073**
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	**1002843**

1

GENERALITES

Le pendule tournant d'après Pohl permet d'étudier des oscillations tournantes harmoniques libres. Seuls le couple de rotation de rappel d'un ressort en volute et le couple de rotation atténuant d'un frein à courant de Foucault réglable agissent sur le pendule.

Équation de mouvement pour l'angle de déviation φ d'une oscillation tournante libre du pendule tournant :

(1) $$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2 \cdot \delta \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2 \cdot \varphi = 0$$

$$\text{avec } \delta = \frac{k}{2J},\quad \omega_0^2 = \frac{D}{J}$$

J : moment d'inertie
D : constante de rappel
k : coefficient d'atténuation

Tant que l'atténuation n'est pas trop grande et que la condition $\delta < \omega_0$ est remplie, la solution de l'équation de mouvement est la suivante :

(2) $$\varphi(t) = \varphi_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega \cdot t + \psi)$$

$$\text{avec } \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}.$$

Dans ce cas, l'amplitude initiale φ_0 et l'angle de phase y sont des paramètres quelconques qui dépendent de la déviation et de la vitesse du pendule tournant à l'instant $t = 0$. Le pendule oscille donc pendant

(3) $$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

L'amplitude d'oscillation diminue au fil du temps d'après

(4) $$\hat{\varphi}(t) = \varphi_0 \cdot e^{-\delta t}$$

Dans l'expérience, nous allons étudier des oscillations à différentes atténuations déterminées par l'intensité de courant réglable du frein à courant de Foucault. Le temps d'oscillation est mesuré à l'aide d'un chronomètre. Il s'avère qu'à une atténuation donnée, le temps d'oscillation ne dépend pas de la déviation initiale ni de la vitesse initiale.

Pour déterminer l'atténuation, on note les déviations décroissantes du pendule à droite et à gauche, le pendule, pour des raisons de simplicité, démarrant sans vitesse initiale.

EVALUATION

L'équation (4) définit l'amplitude d'oscillation comme une grandeur positive. Il s'agit donc du nombre de déviations à droite et à gauche. En appliquant le logarithme naturel de ces déviations par rapport au temps, on obtient une droite de pente –δ. En réalité, on observe des écarts du comportement linéaire, car la force des frottements n'est pas – comme supposé – tout à fait proportionnelle à la vitesse.

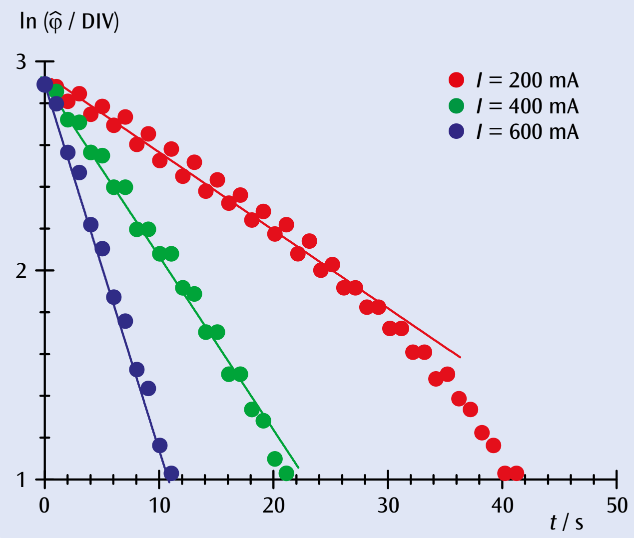


Fig. 1 ln($\hat{\varphi}$) en fonction du temps à différentes atténuations