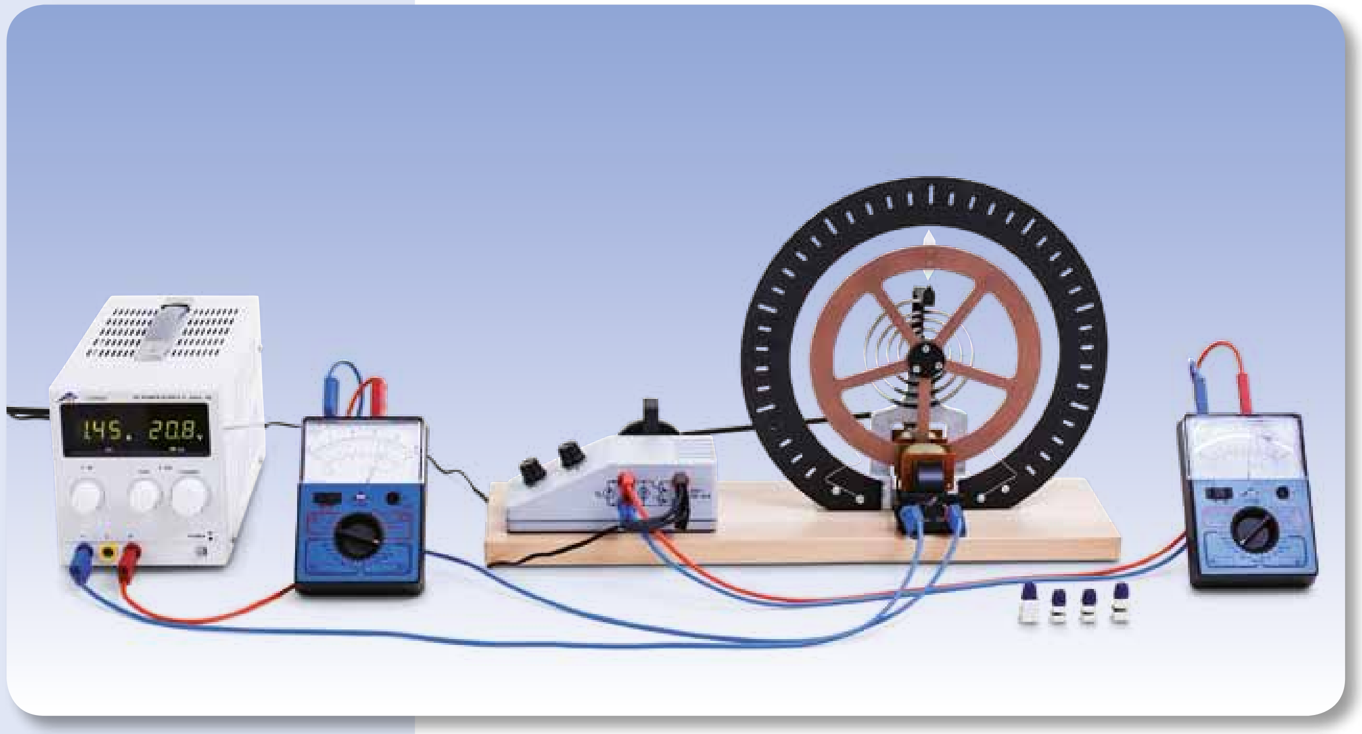
UE1050550 PENDULE TOURNANT D'APRES POHL



EXERCICES

- **Mesurer l'amplitude d'oscillations forcées en fonction de la fréquence d'excitation pour différentes atténuations.**
- **Observer le déphasage entre l'excitation et l'oscillation en présence des très petites et très grandes fréquences d'excitation.**

OBJECTIF

Mesurer et analyser des oscillations forcées

RESUME

Le pendule tournant de Pohl convient également pour étudier des oscillations forcées. Pour cela, le système oscillant est relié à la barre de l'excitateur qui est déplacée par un moteur à courant continu à régime réglable et qui détend et contracte périodiquement le ressort de rappel en volute. Dans l'expérience, nous allons mesurer pour différentes atténuations l'amplitude en fonction de la fréquence d'excitation et observer le déphasage entre l'excitation et l'oscillation.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Pendule tournant d'après Pohl	**1002956**
1	Chronomètre mécanique, 15 min	**1003369**
1	Alimentation secteur 24 V, 700 mA (230 V, 50/60 Hz)	**1000681 ou**
	Alimentation secteur 24 V, 700 mA (115 V, 50/60 Hz)	**1000680**
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**
2	Multimètre analogique AM50	**1003073**
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	**1002843**

2

GENERALITES

Le pendule tournant de Pohl convient également pour étudier des oscillations forcées. Pour cela, le système oscillant est relié à la barre de l'excitateur qui est déplacée par un moteur à courant continu à régime réglable et qui détend et contracte périodiquement le ressort de rappel en volute

L'équation de mouvement du système est

(1) $$\frac{d^2\varphi}{dt^2}+2\cdot\delta\cdot\frac{d\varphi}{dt}+\omega_0^2\cdot\varphi=A\cdot\cos(\omega_E\cdot t)$$

avec $$\delta=\frac{k}{2J}\,,\ \omega_0^2=\frac{D}{J}\,,\ A=\frac{M_0}{J}$$

J : moment d'inertie
D : constante de rappel
k : coefficient d'atténuation
M_0 : amplitude du couple de rotation externe
ω_E : fréquence angulaire du couple de rotation externe

La solution de cette équation de mouvement se compose d'une part homogène et d'une part inhomogène. La part homogène correspond à l'oscillation atténuée libre qui est étudiée dans l'expérience UE1050500. Elle diminue de façon exponentielle au fil du temps et, après la phase appelée « transitoire », elle devient négligeable par rapport à la part inhomogène. En revanche, la part inhomogène

(2) $$\varphi(t)=\varphi_E\cdot\cos(\omega_E\cdot t-\psi_E)$$

est liée au couple de rotation externe et reste conservée aussi longtemps que celui-ci agit. Son amplitude

(3) $$\varphi_E=\frac{A_0}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega_E^2\right)^2+4\cdot\delta^2\cdot\omega_E^2}}$$

est d'autant plus grande que la fréquence d'excitation ω_E se situe à hauteur de la fréquence propre ω_0 du pendule tournant. Dans le cas de $\omega_E = \omega_0$, on parle de résonance.
Le déphasage

(4) $$\psi_E=\arctan\left(\frac{2\cdot\delta\cdot\omega_E}{\omega_0^2-\omega_E^2}\right)$$

indique que les déviations du pendule suivent l'excitation. Pour de très petites fréquences, il est pratiquement nul, mais augmente avec la fréquence et atteint 90° à hauteur de la fréquence de résonance. Enfin, en présence de très fortes fréquences d'excitation, l'excitation et l'oscillation sont déphasées de 180°.

EVALUATION

Les amplitudes mesurées des oscillations atténuées sont représentées par rapport à la fréquence d'excitation. Il en résulte différentes courbes de mesure qui peuvent être décrites par l'équation (4), à condition d'avoir sélectionné les bons paramètres d'atténuation δ.

On observe de faibles écarts par rapport aux valeurs trouvées pour l'atténuation dans l'expérience UE1050500. Cela s'explique par le fait que le frottement n'est pas – comme supposé – exactement proportionnel à la vitesse.

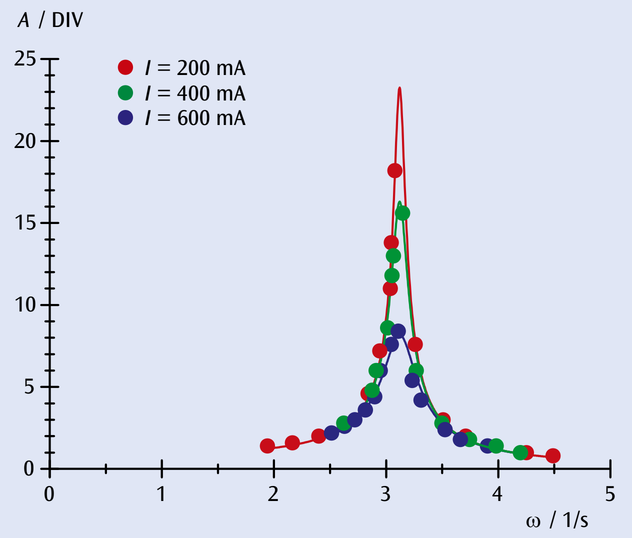


Fig. 1 Courbes de résonance avec différentes atténuations