

实验步骤

- 根据不同的初始偏转和速度测量振荡周期 T
- 观察扭摆的阻尼振荡，测量阻尼因数 δ

实验目的

测量并分析简谐旋转振荡

概述

通过波尔摆或旋转扭摆调查研究简谐旋转振动，扭摆只受螺旋弹簧提供的恢复力矩和可调节电流提供的涡流产生的阻尼力矩，此实验证明了振荡周期与初始偏转和初始速度无关，并分析了振幅。

所需仪器

数量	描述	型号
1	波尔摆	U15040
1	机械秒表, 15 min	U40801
1	直流电源 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230 或
	直流电源 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1	模拟万用表 AM50	U17450
1	一套15根安全试验绳索, 75 cm	U138021

基本原理

通过波尔摆或旋转扭摆调查研究简谐旋转振动，扭摆只受螺旋弹簧提供的恢复力矩和可调节电流提供的涡流产生的阻尼力矩。

有阻尼的情况下，扭摆由摆角 φ 开始做自由振动，其运动方程如下：

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

其中 $\delta = \frac{k}{2J}$, $\omega_0^2 = \frac{D}{J}$

J : 转动惯量

D : 弹簧常数

k : 阻尼因数

当阻尼不显著，并且满足 $\delta < \omega_0$ 时，运动方程的解为：

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

其中 $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$

当 $t = 0$ 时，初始振幅 φ_0 和相位角 ψ 为取决于旋转扭摆的偏转角和速度的任意常数，因此扭摆将以如下周期运转：

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

根据如下公式，振幅将随着时间衰减，

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

试验中，通过设置涡流制动器的电流研究不同等级阻尼下的振荡，振荡周期可以通过秒表测量得到，实验将证明振荡周期与初始偏转和速度无关。

为了确定阻尼的程度，振荡的左右极限将被记下，为了简化分析，极点位置时刻将视为零点，那么初速度也将为零。

评价

公式(4)里，振幅将定义为正数，这就意味着运动左右界限的绝对值将被考虑进去，如果将这些绝对值做时间的对数，那么就会得到一条梯度为 δ 的直线，实际上，会发现线性关系有些偏差，因为摩擦力不是像假设的那样与速度完全乘正比关系。

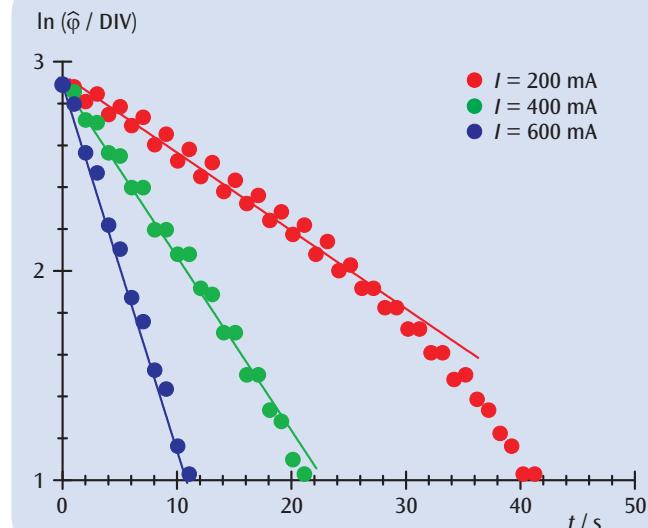


图1：不同程度衰减的 $\ln(\hat{\varphi}) / t$ 函数曲线图