

复摆实验

1. 在推导复摆周期公式过程中，引入相对重心转动惯量和回转半径的意义？

- (1) 简化公式，使得推导过程和结果更加简洁；
- (2) 作为长度特征量引入，使得结果更富有物理意义，也更加容易进行进一步的分析；

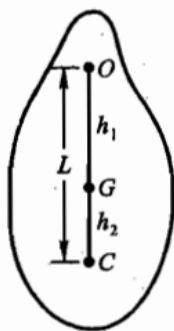


图 1: 复摆共轭性示意图

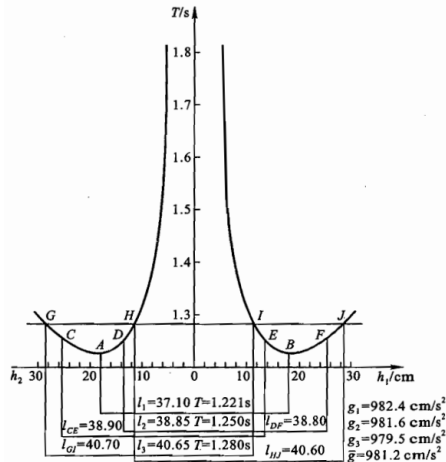


图 2: 质量分布均匀复摆的 $T - h$ 关系图

2. 什么是复摆的共轭性？本实验如何利用这一性质设计重力加速度测量？

(1) 共轭性：如图 1 中的一个复摆，G 为复摆的重心，O 为悬点（或支点）。当把复摆等效为一个单摆时，它的振动中心位于 C 点，即 \overline{OC} 为等效单摆的摆长。如果我们以 C 点为新的旋转轴，那么 O 点将变为新的震动中心。这样的一对点 O 和点 C 被称作互为共轭，当复摆以 O 点和以 C 点为轴的时候有相同的振动周期。

(2) 利用共轭性测量重力加速度：对于一个复摆，其振动周期与 h_1 和 h_2 的关系如图 2 所示。做一条平行于 $h_1 - h_2$ 轴的直线，其会与曲线有 4 个交点，这四个交点即为两对共轭点（如图中的 G, H, I, J 四点）。取其中的一对共轭点（如 G, I），找到对应的 h_1 和 h_2 ，利用等效摆长 $L = h_1 + h_2$ 和周期可以计算出重力加速度的值：

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

3. 利用支撑法安装复摆有什么优点？

- (1) 支点的位置不会移动，不会对实验造成其他影响；
- (2) 支点不会在刀承上移动，减小摩擦损耗，减小实验误差；

4. 如何设计复摆重心到悬点（支点）距离的测量？

利用悬垂法，选出通过重心的一条直线上的两个位于中心两侧的点，使得这两个点拥有不同的振动周期。测量两个点之间的距离 L ，并分别以两个点为转轴测量振动周期 T_1 和 T_2 。根据公式

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{I_G + mh_1^2}{mgh_1}}, \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{I_G + mh_2^2}{mgh_2}}$$

将两个式子中的 I_G 消去，并将结果加以整理，可以得到

$$\frac{4\pi^2}{g} = \frac{T_1^2 + T_2^2}{2(h_1 + h_2)} + \frac{T_1^2 - T_2^2}{2(h_1 - h_2)}$$

在这个式子中，重力加速度已知， $(h_1 + h_2) = L$ 、 T_1 和 T_2 为测量量，只有 $(h_1 - h_2)$ 为未知量。因此可以从这个式子中将 $(h_1 - h_2)$ 解出。又因为已知 $h_1 + h_2$ 的大小，所以可以解出 h_1 和 h_2 的大小，从而可以确定重心的位置。

5. 复摆振动周期的测量会有哪些可能的误差来源？

- (1) 摩擦、空气阻力等耗散；
- (2) 没有将支架调制完全水平；

6. 给出两种本实验复摆实现周期微调的设计方案。

- (1) 调整复摆两端微调螺丝的位置；
- (2) 将刀口插入在复摆的不同孔内；