

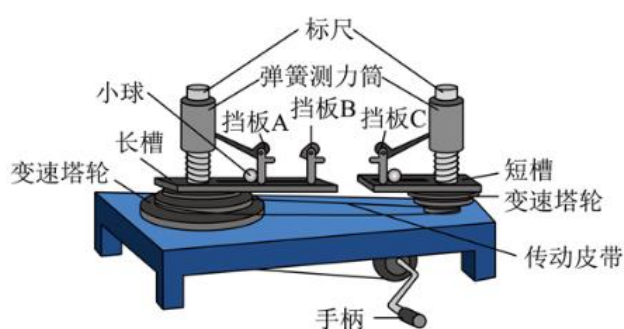
实验：用向心力演示仪探究 F_n 与 m 、 r 、 ω 的关系

一、实验原理

1. 向心力公式： $F_n = m\omega^2 r$ 。
2. 控制变量法：
 - 保持 m 和 r 不变，探究 F_n 与 ω 的关系。
 - 保持 m 和 ω 不变，探究 F_n 与 r 的关系。
 - 保持 r 和 ω 不变，探究 F_n 与 m 的关系。

二、实验装置

向心力演示仪：



- **转动手柄**：通过皮带带动旋转轴转动。
- **塔轮**（多级变速轮）：通过不同半径的皮带轮改变传动比，从而调节角速度 ω 。
- **小球质量 m** ：可增减质量或固定不同质量的小球。
- **弹簧测力筒**：通过压缩弹簧的长度间接显示向心力大小（标尺刻度对应力的大小）。
- **半径标尺**：调节小球到转轴的距离 r 。

三、实验步骤

1. 探究 F_n 与质量 m 的关系

- **控制变量**：保持 r 和 ω 不变。
- **操作步骤**：
 1. 固定小球到转轴的距离 r （如 $r=0.15\text{m}$ ）。
 2. 选择同一塔轮半径，确保皮带传动角速度 ω 相同。
 3. 依次更换不同质量 m 的小球（如 $m_1 = 0.1\text{kg}$ 、 $m_2 = 0.2\text{kg}$ ）。
 4. 匀速转动手柄，记录弹簧测力筒的示数 F_n 。

2. 探究 F_n 与半径 r 的关系

- 控制变量：保持 m 和 ω 不变。
- 操作步骤：
 1. 固定质量 m （如 $m = 0.1\text{kg}$ ）。
 2. 选择同一塔轮半径，确保角速度 ω 相同。
 3. 调节小球到转轴的距离 r （如 $r_1 = 0.1\text{m}$ 、 $r_2 = 0.2\text{m}$ ）。
 4. 匀速转动手柄，记录弹簧测力计的示数 F_n 。

3. 探究 F_n 与角速度 ω 的关系

- 控制变量：保持 m 和 r 不变。
- 操作步骤：
 1. 固定质量 $m = 0.1\text{kg}$ 和半径 $r = 0.15\text{m}$ 。
 2. 更换不同塔轮半径（改变传动比），使角速度 ω 变化。
 - 塔轮传动原理：皮带传动时，两轮边缘线速度相等，
即 $v = \omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$ 。
 - 若塔轮半径比 $r_1 : r_2 = 1 : 2$ ，则角速度比 $\omega_1 : \omega_2 = 2 : 1$ 。
 3. 匀速转动手柄，记录弹簧测力计的示数 F_n 。

四、实验结论

1. F_n 与 m 的关系：
 - 结论：当 r 和 ω 一定时， $F_n \propto m$ 。
 - 图像验证：绘制 $F_n - m$ 图像为过原点的直线。
2. F_n 与 r 的关系：
 - 结论：当 m 和 ω 一定时， $F_n \propto r$ 。
 - 图像验证：绘制 $F_n - r$ 图像为过原点的直线。
3. F_n 与 ω 的关系：
 - 结论：当 m 和 r 一定时， $F_n \propto \omega^2$ 。

- **图像验证：**绘制 $F_n - \omega^2$ 图像为过原点的直线。

五、实验误差分析

1. **主要误差来源：**
 - **摩擦力影响：**转轴摩擦会导致测得的 F_n 偏大。
 - **转速不稳定：**手动转动手柄难以保持匀速转动。
 - **弹簧标尺精度：**弹簧形变非线性或刻度不精准。
2. **改进措施：**
 - 使用电动匀速转动装置代替手动转动。
 - 定期润滑转轴以减少摩擦。
 - 使用数字力传感器替代弹簧测力筒。

六、高考考点梳理

考点类型	具体内容	典型例题
实验原理	控制变量法的应用，向心力公式 $F_n = m\omega^2 r$ 的理解。	“实验中如何保持角速度 ω 相等？” 答：让皮带套在半径相同的塔轮上。
装置操作	塔轮传动原理（线速度相同，角速度与半径成反比）	“若塔轮半径比为 1:2，两塔轮角速度之比是多少？” 答：2: 1
数据处理	绘制 $F_n - m$ 、 $F_n - r$ 、 $F_n - \omega^2$ 图像并分析结论。	“根据表格数据，画出 $F_n - \omega^2$ 图像并说明关系。”
误差分析	摩擦力、转速不稳定的影响及改进方法。	“实验中测得 F_n 偏大，可能原因是什么？” 答：转轴中的摩擦力
结论应用	不再控制变量，让小球质量、塔轮半径比、小球到转轴的距离均不同，探究向心力的比值	“若实验中小球质量增加一倍，其他条件不变，向心力如何变化？” 答：增加一倍

七、口诀记忆

“控制变量是关键，塔轮传动比关联，
弹簧测力显向心，结论正比要记全！”